Operação e manutenção de estações elevatórias de água

Guia do profissional em treinamento

Nível 1

Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental - ReCESA

http://www.flickr.com/photos/wateradvocates/1477911232/sizes/l/

Abastecimento de água

Operação e manutenção de estações elevatórias de água

Guia do profissional em treinamento

Nível 1

Promoção Rede de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental – ReCESA

Realização Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental – NUCASE

Instituições integrantes do Nucase Universidade Federal de Minas Gerais (líder) | Universidade Federal do Espírito Santo | Universidade Federal do Rio de Janeiro | Universidade Estadual de Campinas

Financiamento Financiadora de Estudos e Projetos do Ministério da Ciência e Tecnologia | Fundação Nacional de Saúde do Ministério da Saúde | Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades

Apoio organizacional Programa de Modernização do Setor Saneamento–PMSS

Comitê gestor da ReCESA

- Ministério das Cidades;
- Ministério da Ciência e Tecnologia;
- Ministério do Meio Ambiente
- Ministério da Educação;
- Ministério da Integração Nacional;
- Ministério da Saúde;
- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social (BNDES);
- Caixa Econômica Federal (CAIXA);

Comitê consultivo da ReCESA

- Associação Brasileira de Captação E Manejo de Água de Chuva – ABCMAC
- Associação Brasileira de Engenharia Sanitária E Ambiental – ABES
- Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH
- Associação Brasileira de Resíduos Sólidos E Limpeza Pública – ABLP
- Associação das Empresas de Saneamento Básico Estaduais – AESBE
- Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento – ASSEMAE
- Conselho de Dirigentes dos Centros Federais de Educação Tecnológica – Concefet
- Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura E Agronomia – CONFEA
- Federação de Órgão Para A Assistência Social E Educacional – FASE
- Federação Nacional dos Urbanitários – FNU
- Fórum Nacional de Comitês de Bacias Hidrográficas – Fncbhs
- Fórum Nacional de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras – Forproex
- Fórum Nacional Lixo E Cidadania – L&C
- Frente Nacional Pelo Saneamento Ambiental – FNSA
- Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM
- Organização Pan-Americana de Saúde – OPAS
- Programa Nacional de Conservação de Energia – Procel
- Rede Brasileira de Capacitação Em Recursos Hídricos – Cap-Net Brasil

Parceiros do Nucase

- Cedae/RJ – Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro
- Cesan/ES – A Companhia Espírito Santense de Saneamento
- Comlurb/RJ – Companhia Municipal de Limpeza Urbana
- Copasa – Companhia de Saneamento de Minas Gerais
- DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo
- DLU/Campinas – Departamento de Limpeza Urbana da Prefeitura Municipal de Campinas
- Fundação Rio-Águas
- Incaper/Es – O Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural
- IPT/SP – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
- PCJ – Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí
- SAAE/Itabira – Sistema Autônomo de Água e Esgoto de Itabira – MG.
- SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
- SANASA/Campinas – Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S.A.
- SLU/PBH – Serviço de Limpeza Urbana da prefeitura de Belo Horizonte
- Sudecap/PBH – Superintendência de desenvolvimento da capital da prefeitura de Belo Horizonte
- UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto
- UFSCar – Universidade Federal de São Carlos
- UNIVALE – Universidade Vale do Rio Doce

Abastecimento de água

Operação e manutenção de estações elevatórias de água

Guia do profissional em treinamento

Nível **1**

Apresentação da ReCESA

A criação do **Ministério das Cidades** no Governo do Presidente Luiz Inácio Lula da Silva, em 2003, permitiu que os imensos desafios urbanos passassem a ser encarados como política de Estado. Nesse contexto, a **Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental** (SNSA) inaugurou um paradigma que inscreve o saneamento como política pública, com dimensão urbana e ambiental, promotora de desenvolvimento e da redução das desigualdades sociais. Trata-se de uma concepção de saneamento em que a técnica e a tecnologia são colocadas a favor da prestação de um serviço público e essencial.

A missão da SNSA ganhou maior relevância e efetividade com a agenda do saneamento para o quadriênio 2007-2010, haja vista a decisão do Governo Federal de destinar, dos recursos reservados ao Programa de Aceleração do Crescimento - PAC, 40 bilhões de reais para investimentos em saneamento.

Nesse novo cenário, a SNSA conduz ações em capacitação como um dos instrumentos estratégicos para a modificação de paradigmas, o alcance de melhorias de desempenho e da qualidade na prestação dos serviços e a integração de políticas setoriais. O projeto de estruturação da **Rede de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental - ReCESA** constitui importante iniciativa nesta direção.

A ReCESA tem o propósito de reunir um conjunto de instituições e entidades com o objetivo de coordenar o desenvolvimento de propostas pedagógicas e de material didático, bem como promover ações de intercâmbio e de extensão tecnológica que levem em consideração as peculiaridades regionais e as diferentes políticas, técnicas e tecnologias, visando capacitar profissionais para a operação, manutenção e gestão dos sistemas de saneamento. Para a estruturação da ReCESA, foram formados núcleos regionais e um comitê gestor, em nível nacional.

Por fim, cabe destacar que o projeto ReCESA tem sido bastante desafiador para todos nós, que constituímos um grupo predominantemente formado por profissionais da engenharia, que compreendeu a necessidade de agregar outros olhares e saberes, ainda que para isso tenha sido necessário "contornar todos os meandros do rio, antes de chegar ao seu curso principal".

Comitê Gestor da ReCESA

Apresentação do Nucase

O **Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental – Nucase** tem por objetivo o desenvolvimento de atividades de capacitação de profissionais da área de saneamento, nos quatro estados da Região Sudeste do Brasil.

O Nucase é coordenado pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, tendo como instituições co-executoras a Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, a Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ e a Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. Atendendo aos requisitos de abrangência temática e de capilaridade regional, as universidades que integram o Nucase têm como parceiros, em seus estados, prestadores de serviços de saneamento e entidades específicas do setor.

Coordenadores institucionais do Nucase

Apresentação da coletânea de guias

A coletânea de materiais didáticos produzidos pelo Nucase é composta de 42 guias que serão utilizados em oficinas de capacitação para profissionais que atuam na área do saneamento. São seis guias que versam sobre o manejo de águas pluviais urbanas, doze relacionados aos sistemas de abastecimento de água, doze sobre sistemas de esgotamento sanitário, nove que contemplam os resíduos sólidos urbanos e três que terão por objeto temas que perpassam todas as dimensões do saneamento, denominados temas transversais.

Dentre as diversas metas estabelecidas pelo Nucase, merece destaque a produção dos **Guias dos profissionais em treinamento**, que servirão de apoio às oficinas de capacitação de operadores em saneamento que possuem grau de escolaridade variando do semi-alfabetizado ao terceiro grau. Os guias têm uma identidade visual e uma abordagem pedagógica que visa estabelecer um diálogo e a troca de conhecimentos entre os profissionais em treinamento e os instrutores. Para isso, foram tomados cuidados especiais com a forma de abordagem dos conteúdos, tipos de linguagem e recursos de interatividade.

Equipe da central de produção de material didático - CPMD

Apresentação da área temática:

Abastecimento de água

A série de guias relacionada ao abastecimento de água resultou do trabalho coletivo que envolveu a participação de dezenas de profissionais. Os temas que compõem esta série foram definidos por meio de uma consulta a companhias de saneamento, prefeituras, serviços autônomos de água e esgoto, instituições de ensino e pesquisa e profissionais da área, com o objetivo de se definirem os temas que a comunidade técnica e científica da Região Sudeste considera, no momento, os mais relevantes para o desenvolvimento do projeto Nucase.

Os temas abordados nesta série dedicada ao abastecimento de água incluem: *Qualidade de água e padrão de potabilidade; Construção, operação e manutenção de redes de distribuição de água; Operação e manutenção de estações elevatórias de água; Operação e manutenção de estações de tratamento de água; Gerenciamento de perdas de água e de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água; Amostragem, preservação e caracterização físico-química e microbiológica de águas de abastecimento; Gerenciamento, tratamento e disposição final de lodos gerados em ETAs*. Certamente há muitos outros temas importantes a serem abordados, mas considera-se que este é um primeiro e importante passo para que se tenha material didático, produzido no Brasil, destinado a profissionais da área de saneamento que raramente têm oportunidade de receber treinamento e atualização profissional.

Coordenadores da área temática de abastecimento de água

Sumário

1 Introdução 11
2 Qualidade da água 13
2.1 Saneamento e saúde pública 14
2.2 Bacia hidrográfica 18
2.3 Impurezas na água 20
2.2 Parâmetros de qualidade de água 22
3 Estação elevatória e seus componentes 28
3.1 Importância das elevatórias nos sistemas de abastecimento de água 29
3.2 Instalação típica de elevatória 31
3.3 Parâmetros hidráulicos 33
4 Tipos de bombas e seleção de bombas de conjuntos elevatórios (Autores, confiram título.) 38
4.1 Classificação das turbobombas 40
4.2 Peças constituintes de uma bomba centrífuga 43
4.3 Materiais utilizados na construção de bombas 45
4.4 Curvas características de bombas 46
4.5 Projeto especial de bombas 50
5 Instalação e operação de bombas 51
5.1 Pré-instalação de bombas 53
5.2 Início de operação da bomba 59
5.3 Manutenção de bombas 62
6 Equipamentos elétricos para acionamento de bombas 66
6.1 Motores elétricos 67
6.2 Controle e automação de elevatórias 70
7 Para saber mais! 74

Introdução

Caro Profissional, o tema desta nossa oficina é “Operação e manutenção de estações elevatórias de água”. Nesses dois dias, vamos discutir diversos assuntos relacionados ao seu trabalho. Vamos trocar experiências, esclarecer dúvidas, relembrar o que já foi esquecido, aprender coisas novas e conhecer outras pessoas que fazem trabalhos semelhantes ao seu. Enfim, estaremos reunidos para ensinar e aprender e, por isso, a sua participação é muito importante.

Discutiremos os seguintes assuntos: qualidade da água; componentes de uma estação elevatória; tipos e seleção de bombas; instalação, operação e manutenção de bombas; equipamentos elétricos para acionamento e automação de bombas; escorva e cavitação. Não se preocupe se, neste momento, você não souber o que significam algumas dessas palavras: você vai descobrir o significado delas lendo este guia e participando da oficina. No final, você verá que tudo está relacionado ao seu trabalho.

Nesses dois dias em que estaremos reunidos, queremos discutir mais do que a rotina do seu trabalho. Queremos discutir o quanto o seu trabalho é importante para a sociedade. Vamos falar sobre instituições que podem ser consultadas para ajudar na realização do seu trabalho, já que ele exige tanta responsabilidade. Afinal, você e seus colegas têm a nobre missão de conduzir a água que vai ser consumida por milhares de pessoas e, por isso, têm de se esforçar ao máximo para garantir que essa água chegue ao usuário com qualidade adequada, para que ela transmita saúde e não doença à população. É para isso que estamos reunidos e é com essa finalidade que foi produzido este guia.

Neste guia do profissional em treinamento estão os textos, atividades e outras informações que usaremos durante os próximos dois dias. Ele o orientará durante a oficina, apresentando os objetivos e textos sobre os assuntos abordados, além de orientações para as atividades.

Esperamos que sua participação nesta atividade estimule a troca de experiências, desperte a consciência do papel social do trabalho que você realiza e acrescente algo mais aos seus conhecimentos sobre operação e manutenção de estações elevatórias. Que esses conhecimentos sejam úteis para você como profissional, responsável pelo transporte da água da sua cidade, e como cidadão, preocupado com a preservação do meio ambiente e com a saúde da população.

Nossa primeira atividade será um exercício individual, relacionado ao seu trabalho. Procure participar de todas as atividades!

Situação do dia-a-dia

Iniciaremos, agora, as discussões relacionadas à operação e manutenção de estações elevatórias de água. Para começar, vamos responder, individualmente, às questões a seguir. Anote as respostas no seu guia.

Considere que a estação elevatória de água tratada (EEAT) de uma determinada cidade tinha três bombas, sendo uma de reserva. Essa elevatória bombeava água para um reservatório apoiado em um ponto elevado da cidade, que distribuía a água para a população por gravidade. No último mês, uma bomba parou de funcionar e foi substituída rapidamente pela bomba reserva. O operador, após a troca da bomba, colocou a bomba estragada em um canto e não providenciou o seu conserto. No meio deste mês, após 35 dias da troca de bomba, outra bomba parou de funcionar. Foi observado, dois dias após esse problema, um aumento de internações hospitalares na cidade, com muitos casos de diarréia. Discuta esse relato com seu grupo e responda às seguintes perguntas:

a) Você acha que o surto de diarréia pode estar relacionado com o problema da elevatória? Por quê?

....

....

b) Comente como o trabalho realizado por você, que é operador de EEAT, pode contribuir para diminuir o número de internações hospitalares.

....

....

c) O que você faria se fosse operador da estação elevatória citada nesse exemplo?

....

....

Esta questão será reelaborada no final da oficina. Aproveite a oficina!

Qualidade da água

OBJETIVOS:

- Discutir e reformular os conhecimentos prévios dos profissionais sobre qualidade da água.
- Reformular e ampliar conceitos de saneamento, explicando como ele contribui para a saúde pública.
- Apresentar o conceito de bacia hidrográfica e discutir como sua ocupação pode interferir na qualidade da água.
- Discutir os tipos de mananciais de onde se coleta água para tratar e a importância de preservá-los.
- Ampliar e reformular os conceitos de impurezas contidas na água e classificar as águas doces.
- Discutir como uma água pode ser considerada adequada para consumo; também o conceito e a finalidade do padrão de potabilidade (Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde).

Cada vez mais, ouve-se falar sobre a água. Questões sobre preservação e poluição das fontes de água e escassez vêm sendo largamente discutidas.

Não há dúvida de que, se as pessoas têm acesso a uma água com qualidade e em quantidade adequadas, isso reflete positivamente na saúde delas. Infelizmente, o fornecimento da água no mundo é muito desigual. Muitas pessoas têm água de qualidade em abundância e até a desperdiçam, mas a maioria não tem acesso à água com qualidade e em quantidade adequadas, o que provoca doenças e mortes.

Durante esta oficina, vamos discutir um pouco mais a qualidade da água e a importância do seu trabalho para que a água tenha qualidade adequada para o consumo. Leia os objetivos da atividade que iniciaremos.

> A partir deste momento, vamos discutir saneamento e saúde pública, as impurezas presentes na água – como essas impurezas são classificadas e medidas – e o que é uma água potável. Para entender melhor tudo isso, nosso primeiro assunto será “saneamento e saúde pública”.

Para você, o que é saneamento? Você acha que saneamento tem alguma relação com saúde pública? Faça um comentário sobre esse assunto..

....

....

....

....

....

Agora, será feita uma exposição oral sobre o tema “qualidade da água”. Procure participar dessa exposição: relate suas experiências, faça perguntas, tire dúvidas e procure identificar o que complementa as respostas que você e seu grupo apresentaram antes.

Saneamento e saúde pública

É importante conhecer o conceito dos termos saneamento e saúde pública. Leia-os a seguir.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), **saneamento** é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeito nocivo sobre seu bem-estar físico, mental e social.

Saúde Pública *é a ciência e a arte de prevenir doenças, prolongar a vida e promover a saúde e a eficiência física e mental, através de esforços organizados da comunidade, no sentido de realizar o saneamento do meio e o controle de doenças infecto-contagiosas; promover a educação do indivíduo baseada em princípios de higiene pessoal; organizar serviços médicos e de enfermagem para diagnóstico precoce e tratamento preventivo de doenças.*

Água com qualidade e em quantidade adequadas proporciona melhores condições de vida às pessoas, o que faz uma grande diferença no combate a diversos tipos de doenças.

Ainda hoje, milhares de pessoas adoecem e até morrem por causa de doenças relacionadas com a água. Essas doenças podem ocorrer: **a)** por veiculação hídrica, quando se ingere água que contenha algum contaminante ou organismo patogênico; **b)** por higiene inadequada, quando não há água com qualidade e em quantidade suficiente para a população; **c)** por proliferação de vetores que têm seu ciclo, ou parte dele, na água e que, de alguma forma, contaminam o homem ou outros animais.

Que doenças relacionadas com a água você conhece? Relacione-as no quadro a seguir e, depois, confira sua resposta com as dos colegas e a do instrutor.

Doenças de veiculação hídrica	Doenças causadas por falta de higiene	Doenças causadas por vetores que têm o seu ciclo na água

De acordo com dados da OMS, aproximadamente 2,2 milhões de pessoas morrem de diarréia todos os anos, sendo a maioria delas crianças menores de cinco anos.

Um estudo estimou o impacto de várias ações para diminuir a mortalidade por diarréia. Veja na próxima tabela.

Patogênico: que provoca ou pode provocar doenças.

Ações para diminuir a mortalidade por diarréia	(%) de diminuição da mortalidade por diarréia
Melhoria do esgotamento sanitário	32 %
Melhoria do fornecimento de água	25 %
Intervenções na higiene, como a educação sanitária e adoção do hábito de lavar as mãos	45 %
Melhoria na qualidade da água de beber por meio de tratamento caseiro, com o uso do cloro e a estocagem adequada da água.	39 %

Releia o quadro **Ações para diminuir a mortalidade por diarréia.** Que ações você considera prioritárias e o que poderia ser acrescentado ao quadro? Como você trabalharia essas ações em seu município?

....

....

....

....

....

No Brasil, a quantidade e a qualidade da água, muitas vezes, são insuficientes para as necessidades básicas da população e não atendem ao padrão de potabilidade, o que possibilita a propagação de doenças.

Você sabe o que é Censo Demográfico?

A tabela a seguir apresenta dados do Censo Demográfico de 2000 sobre porcentagens de pessoas com diferentes formas de acesso à água no Brasil.

Água	Pop. Urbana (%)	Pop. Rural (%)
Canalizada em pelo menos um cômodo	83,6	12,4
Canalizada só na propriedade ou terreno	5,5	5,4
Poço/fonte canalizada em pelo menos um ponto do cômodo	4,9	26,3
Poço/fonte canalizada só na propriedade ou terreno.	0,6	4,7
Poço/fonte não canalizada	2,1	25,4
Outras fontes	3,3	25,8

Observando a tabela anterior, responda: Como é realizado o abastecimento de água de seu município? Você acha que esse abastecimento pode ser melhorado?

....

....

....

....

Observa-se que a maioria da população urbana possui água canalizada em pelo menos um cômodo da casa, enquanto só uma minoria da população rural tem a mesma facilidade, o que demonstra a necessidade de investimento para melhoria dessa situação. A água com qualidade e em quantidade adequada é essencial para a saúde e é um direito de todos.

Você sabe o que é a Constituição Federal?

Você sabia?

O **Capítulo II** da Constituição Federal trata dos **DIREITOS SOCIAIS. O artigo 6º deste Capítulo diz**: "**Art. 6º** São direitos sociais a educação, a **saúde**, o **trabalho**, a **moradia**, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a **assistência aos desamparados**, na forma desta Constituição."

Conforme pode ser observado, a água é essencial à qualidade da vida de todos nós. Vamos ver, agora, como a ocupação da bacia hidrográfica pode influenciar a qualidade da água!

Vamos pensar juntos? Você sabe o que é bacia hidrográfica?

Bacia hidrográfica

É uma área natural cujos limites são definidos pelos pontos mais altos do relevo (divisores de águas ou espigões dos montes ou montanhas) e dentro da qual a água das chuvas é drenada superficialmente por um curso de água principal até sua saída da bacia, no local mais baixo do relevo.

Fonte: www.manage.uff.br

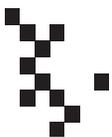
Vista aérea de uma bacia hidrográfica

A importância das bacias hidrográficas para a garantia do desenvolvimento e da qualidade de vida das populações é tão grande que, modernamente, o planejamento governamental e a atuação das comunidades tendem a ser feitos com base nas bacias hidrográficas.

Em seu município há um comitê de bacia? Você sabe quem participa dele? Qual é a atuação do comitê?

Na bacia hidrográfica, as áreas que se situam tanto acima (a montante) quanto abaixo (a jusante) do ponto de captação merecem atenção especial. Devem-se evitar ações e atividades que possam prejudicar a qualidade e a quantidade da água do manancial que abastece a população.

Bacia hidrográfica já ocupada

A ocupação de uma bacia hidrográfica deve ser sempre planejada. Deve-se proteger os mananciais, avaliar a influência da impermeabilização do solo sobre os corpos d'água na bacia, destinar os esgotos e o lixo adequadamente, evitar o uso de agrotóxicos e cuidar para que as indústrias não lancem poluentes que prejudiquem a qualidade da água e o meio ambiente. O não planejamento da ocupação da bacia hidrográfica pode trazer diversas conseqüências para a saúde pública, como surtos de diarréia, malária, dengue, esquistossomose, etc.

Vamos percorrer a bacia virtual?

Mananciais de onde se coleta a água para tratar

A água a ser tratada na estação de tratamento de água (ETA) pode ser tanto de origem superficial (manancial superficial) quanto de origem subterrânea (manancial subterrâneo).

Você sabia?

O artigo 20 da Constituição Federal, que trata dos bens da União, em seu inciso III, diz que são bens da União os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais;

E no artigo 26, inciso I, diz-se que incluem-se entre os bens dos Estados as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União.

Para utilizar a água, é necessário adquirir a **outorga**. A outorga é o instrumento legal que assegura ao usuário o direito de utilizar os recursos hídricos. A outorga não dá ao usuário a propriedade de água, mas o direito de usá-la.

Para o uso de águas de mananciais de domínio da União, a outorga deve ser solicitada à Agência Nacional de Águas (ANA). Já o órgão que concede a outorga de águas de domínio do estado varia de estado para estado. Você sabe onde pedir a outorga em seu estado?

O endereço na internet *(site)* da Agência Nacional de Águas é: http://www.ana.gov.br/

http://www.arteemfoco.com/ensaio_guandu/image4.htm

Manancial superficial protegido

A qualidade e a quantidade da água do manancial podem variar, dependendo da época do ano. Quando o local de onde se coleta água para tratar (captação) fica afastado da ETA, deve haver uma forma de o operador da ETA e o operador da captação se comunicarem entre si. Ao perceber alterações na qualidade da água, o operador da captação deve avisar ao operador da ETA, que poderá fazer as alterações necessárias para o tratamento.

Você trabalha em estação elevatória de água bruta ou de água tratada? Você se comunica com o operador da ETA quando há alterações na qualidade da água bruta?

Deve-se procurar proteger os mananciais, de forma a evitar que a água seja contaminada. O manancial desprotegido tem a qualidade da água comprometida, de tal forma que seu tratamento fica mais caro.

Agora que já discutimos o que é uma bacia hidrográfica e você viu a importância de se planejar sua ocupação de forma a não prejudicar a qualidade da água do manancial, o instrutor vai continuar a exposição, falando de modo um pouco mais detalhado sobre como a água pode ser contaminada.

Impurezas na água

As impurezas presentes na água são constituídas de gases, líquidos e partículas sólidas, que podem ou não ser percebidas a olho nu. A identificação da natureza dessas impurezas pode ser feita por meio de suas características físicas, químicas e biológicas.

Água com impurezas

O tratamento da água visa retirar dela essas impurezas e torná-la potável, ou seja, transformar a água bruta em uma água que possa ser consumida sem causar danos à saúde humana.

A Resolução CONAMA 357/2005 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e estabelece diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como condições e padrões de lançamento de efluentes. A classificação foi feita a partir dos usos prioritários da água. A água doce é classificada em: classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4, sugerindo diferentes usos para cada classe. A classe especial é considerada uma água de melhor qualidade. Já a classe 4, por ser uma água muito poluída, não é recomenda para tratamento.

Você sabe qual é a classe do principal manancial da sua cidade? Sabe quais as principais impurezas encontradas nele?

A Resolução CONAMA 357/2005 pode ser encontrada na internet, no endereço *(site)* do Ministério do Meio Ambiente: http://www.mma.gov.br/

Definida a classe, com base nos usos das águas, o enquadramento é feito por meio de análises de diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos. O enquadramento permitirá um conhecimento mais amplo da bacia e justificará a necessidade de ações que levem ao cumprimento dos padrões.

Procure se lembrar de alguns exemplos de impurezas químicas, físicas e biológicas que podem estar presentes na água, listando-as no quadro apresentado a seguir.

Impurezas químicas	**Impurezas físicas**	**Impurezas biológicas**

Confira sua resposta com as de seus colegas e com a do instrutor. Reflita sobre o significado sanitário dessas impurezas.

A água pode ser contaminada pelo lançamento de esgotos e resíduos sólidos, por agrotóxicos e pelo carreamento de impurezas do solo pela chuva. Vamos detalhar um pouco mais este assunto, discutindo os "parâmetros de qualidade da água". Algumas palavras que serão usadas pelo instrutor talvez já sejam familiares a você: turbidez, cor, coliforme, pH e outras. Você sabe a importância sanitária desses parâmetros?

Parâmetros de qualidade de água

Existem vários parâmetros de qualidade de água. A seguir serão comentados alguns.

Alguns parâmetros físicos

http://www.flickr.com/photo_zoom.gne?id=340519850&size=o

Água com turbidez elevada

Turbidez – Ocorre turbidez quando a água contém sólidos em suspensão, geralmente visíveis a olho nu.

Esses sólidos podem ser adicionados à água pela própria natureza (tais como partículas de solo carreadas pela chuva) ou pelo homem, quando joga esgoto, lixo e outros detritos nos mananciais.

Equipamento para medir a turbidez (turbidímetro)

As partículas causadoras de turbidez podem abrigar organismos que provocam doenças no homem, como o vírus da hepatite A. O nome dado ao equipamento com que se mede a turbidez é turbidímetro. O valor da turbidez é expresso em unidade de turbidez (uT).

Água com cor

Cor – A cor tem origem nos sólidos que estão dissolvidos na água. Semelhante à turbidez, a cor também pode ser de origem natural (decorrente, por exemplo, da decomposição de plantas, animais ou rochas) ou causada pelo homem (quando lança esgoto ou outros detritos no corpo d'água).

Entre os métodos utilizados para medir a cor, pode-se citar a comparação visual e o colorimétrico. A cor é expressa em unidade de cor (uH).

Aparelho para medir cor (espectrofotômetro)

A cor da água é medida no aparelho, que é calibrado com uma solução padrão.

Aparelho para medir cor (comparação visual)

Compara a cor da amostra de água com cores de padrão conhecido.

Uma água com coloração, mesmo que não ofereça riscos à saúde, é facilmente rejeitada pelo consumidor, que acaba procurando fontes de água não confiáveis.

Em seu município, são utilizados alguns desses equipamentos para medir cor e turbidez? Você acha que esses parâmetros devem ser medidos na água tratada e na água bruta? Por quê?

Parâmetros microbiológicos

A água pode conter uma grande variedade de organismos que podem fazer mal à saúde e que não são vistos a olho nu. Fazer testes para identificar cada tipo desses organismos seria demorado e caro. Por isso, é comum utilizar os organismos indicadores de contaminação como parâmetro biológico. Os organismos indicadores mais comuns de serem utilizados são as bactérias do grupo coliformes: coliformes totais (CT), coliformes termotolerantes (CF) e *Escherichia coli* (EC). Após o tratamento, a água não deve conter coliformes, devendo-se ter cuidado para que ela não se contamine ao longo do percurso até chegar ao consumidor.

Fonte: www.netfisk.no/.../2006/10/colilert-1_459.jpg

Cartela de quantificação

Entre os métodos utilizados para quantificar coliformes e *Escherichia coli*, pode-se citar a cartela de quantificação *Quanti-Tray*. Esse método é fácil, rápido e preciso: basta misturar o reagente na amostra que se deseja avaliar. Esta mistura é então inserida na cartela *Quanti-Tray,* que é selada e incubada por um período de 24 horas. Após esse período de incubação, retira-se a cartela e faz-se a leitura das cavidades positivas (que ficaram amarelas). O número de cavidades positivas é convertido ao número mais provável (NMP) de coliformes, através de uma tabela de conversão. Para verificar se há presença de *Escherichia coli*, coloca-se sobre a cartela uma luz fluorescente. A cavidade que ficar azul estará contaminada por *Escherichia coli.*

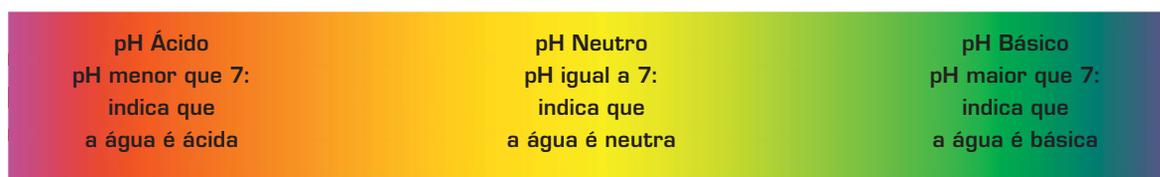
Você acha possível que a água seja contaminada em uma estação elevatória? Como?

Parâmetros químicos

Entre os parâmetros químicos, podem-se citar o pH e diversas substâncias que devem ser monitorados antes e depois do tratamento, de forma a assegurar a qualidade da água que será distribuída à população. Começaremos falando sobre o pH.

pH: medida do *potencial hidrogeniônico* – ou *potencial hidrogênio iônico* – indica a acidez, a neutralidade ou a alcalinidade da água. A escala do pH pode variar de 0 até 14, sendo que, quanto menor o índice do pH de uma substância, mais ácida essa substância será.

O pH varia de 0 a 14

pH Ácido pH menor que 7: indica que a água é ácida	pH Neutro pH igual a 7: indica que a água é neutra	pH Básico pH maior que 7: indica que a água é básica

Pense nos seguintes itens: suco de limão, água potável, cerveja, água de chuva, água sanitária, clara de ovo e água do mar. Qual deles você acha que é ácido, básico ou neutro? Anote nos espaços e depois confira suas respostas com o instrutor.

pH ácido	pH neutro	pH básico

http://www.abraco.org.br/fotcol15.htm

Corrosão na carcaça da bomba

Uma água ácida pode corroer tubulações, conexões e até partes da bombas das estações elevatórias.

http://www.abraco.org.br/fotcol38.htm

Tubo com incrustação

Já uma água básica pode ocasionar incrustação na tubulação das bombas, reduzindo a vazão, acar-retando o desgaste dos equipamentos e elevando o consumo de energia.

No local em que você trabalha, há problemas de corrosão nas partes das bombas? Quais são os impactos sanitários, hidráulicos e econômicos decorrentes disso?

Substâncias químicas: diversas substâncias químicas podem contaminar a água. A contaminação química também pode ser de origem natural ou causada pelo homem. Como exemplos de elementos químicos que podem estar presentes na água, podem-se citar: ferro, manganês, cálcio, etc.

Muitos compostos químicos utilizados na indústria e na agricultura acabam contaminando os corpos d'água de alguma forma. No caso da agricultura, essas substâncias podem ser carreadas pelas chuvas, sendo então conduzidas para os corpos d'água. Outra situação é quando esgotos domésticos ou industriais são lançados nos corpos d'água sem tratamento.

Alguns pesticidas são difíceis de ser quantificados e também de ser retirados durante o tratamento de água. Muitas vezes, só se consegue retirá-los por meio de tratamentos complexos e caros.

Agrotóxico sendo aplicado

Como você pode contribuir para que a água chegue com a qualidade adequada para o consumidor?

Há também substâncias químicas que são utilizadas durante o tratamento de água e que são quantificadas para verificar se ficou a quantidade mínima ou máxima permitida ou necessária na água.

Você sabe quais são essas substâncias? Qual a importância de usá-las?

Comparador colorimétrico para medir cloro

Cloro: é um produto muito utilizado para desinfectar a água.

Desinfecção: é a destruição dos microrganismos que podem causar mal à saúde do homem.

A medição do cloro deve ser feita antes de a água sair da ETA e também nos pontos de distribuição da água. O excesso de cloro pode provocar sabor e odor na água.

Aparelho para medir flúor residual

Flúor – Adicionado à água durante o seu tratamento, tem o objetivo de proteger os dentes da população infantil contra as cáries.

Deve-se ter cautela com o uso de produtos químicos, pois, se eles não forem utilizados na medida correta, podem fazer mal à saúde. O excesso de flúor pode causar a fluorose dental e a fluorose esquelética.

Por enquanto foram discutidas diversas questões relacionadas ao saneamento e à saúde pública, à bacia hidrográfica, aos mananciais de onde se faz a captação e aos parâmetros de caracterização da água bruta. Vamos começar a falar sobre a água que já foi tratada e conduzida até os locais de onde será distribuída, possibilitando sua chegada às nossas casas, ou seja, a água potável.

Como saber se a água é potável, se ela não vai causar danos à saúde de quem a consome? Será que existe alguma legislação que define as características da água que será distribuída? Esse é o assunto das próximas páginas.

Portaria MS nº 518/2004

Você já ouviu falar da Portaria MS nº 518/2004?

Para ser considerada potável, a água, após o tratamento, deve ter uma qualidade mínima, que é determinada pela Portaria MS nº 518/2004. Essa Portaria é um documento criado pelo Ministério da Saúde, o qual é revisado periodicamente. Nela estão regulamentados procedimentos e padrões para vigilância e controle da qualidade da água.

Vigilância: a vigilância é de responsabilidade de órgãos de fiscalização. A vigilância verifica se a água distribuída atende ao padrão de potabilidade

Controle: O controle é feito durante o tratamento da água, pelo próprio órgão responsável pelo tratamento e abastecimento.

Quem faz o controle e a vigilância da qualidade da água no seu município?

Para controle da qualidade da água, devem ser utilizadas planilhas, onde devem ser registrados os valores dos parâmetros monitorados na estação de tratamento de água e na rede de distribuição.

http://www.flickr.com/photos/9722894@N06/726620051

A Portaria MS nº 518/2004 pode ser encontrada no endereço da internet *(site)* do Ministério da Saúde – www.saude.gov.br – ou na Secretaria de Saúde do Município.

O operador de elevatórias deve ficar atento para que a água, após o tratamento, não seja contaminada durante o seu transporte, pois isso pode acarretar problemas à saúde pública.

Vamos visitar o laboratório e acompanhar as medições de alguns parâmetros físicos, químicos e biológicos descritos

Vimos que a água distribuída à população deve atender ao padrão de potabilidade brasileiro. Contudo, para a água chegar à nossa casa, ela percorre um longo caminho. E, durante esse caminho, deve-se ter muito cuidado para que ela não seja contaminada. Vamos discutir, a partir de agora, como é realizado o transporte da água e quais equipamentos e acessórios são necessários para que isso ocorra.

OBJETIVOS:

- Discutir os conhecimentos prévios dos profissionais sobre as estações elevatórias.

- Reformular e ampliar conceitos sobre tipos de elevatórias e sua importância nos sistemas de abastecimento de água.

- Identificar peças e acessórios utilizados em uma instalação típica de bombas e entender sua função.

- Relembrar, discutir e reformular os conceitos de pressão e perda de carga.

Estação Elevatória e seus componentes

Quando a água chega a nossa casa, ela já percorreu um longo caminho. Ela teve de ser captada, transportada do manancial para a estação onde foi tratada e, depois, conduzida ao local onde é distribuída ao consumidor. O transporte da água pode ser realizado por gravidade, aproveitando a topografia favorável do terreno, ou, quando isso não é possível, utilizam-se bombas. A necessidade de usar bombas para recalcar a água leva a gastos com energia elétrica, operação, instalação e manutenção de equipamentos. A operação e a manutenção adequadas de uma estação elevatória contribuem para que não haja falta de água para a população, proporcionando mais qualidade de vida para todos.

Nas próximas páginas, vamos discutir diferentes tipos de elevatórias e seu funcionamento. Para começar, leia os objetivos do próximo assunto.

Vamos responder a algumas questões relacionadas a instalações elevatórias.

Que tipo de estação elevatória você conhece? O que você julga que é importante para que ela funcione adequadamente?

....

....

....

....

....

O que você acha que pode influenciar o funcionamento de uma bomba?

....

....

....

....

....

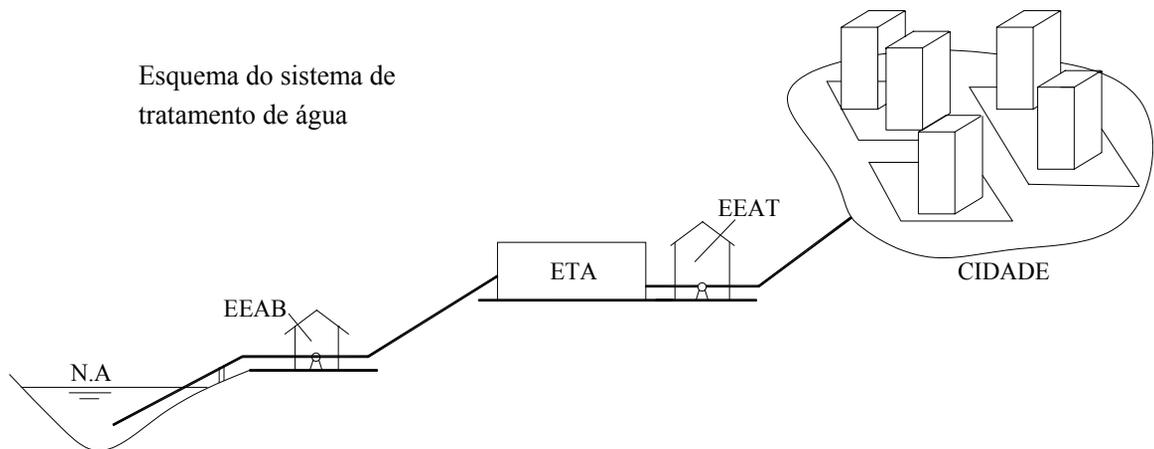
Vamos discutir as respostas!

> Agora, será feita uma exposição oral sobre o tema
> "Estação elevatória e seus componentes". Procure participar dessa exposição: relate suas experiências, faça perguntas, tire dúvidas e procure identificar o que complementa as respostas que você e seu grupo apresentaram antes.

Chama-se de **elevatória** ao conjunto de bombas e acessórios que eleva a água de um ponto mais baixo para um mais alto.

As elevatórias podem estar localizadas antes, dentro ou depois da estação de tratamento de água. Podem ser elevatórias de água bruta ou tratada, quando conduzem água bruta ou tratada, respectivamente. Quando a elevatória localiza-se entre um trecho e outro da rede de distribuição, ela recebe o nome de *booster*.

Importância das elevatórias no sistema de abastecimento de água

Uma bacia hidrográfica pode ter o terreno tão íngreme que a água, para chegar a determinados pontos, deverá ser recalcada, utilizando-se bombas. Nesses casos a existência de elevatórias é essencial, tanto para captar a água quanto para conduzi-la a pontos de distribuição, viabilizando, assim, o tratamento da água e sua distribuição às pessoas.

N.A – nível de água
EEAB – estação elevatória de água bruta

ETA – estação de tratamento de água
EEAT– estação elevatória de água tratada

As bombas devem ser instaladas, de preferência, abrigadas. Contudo, nem sempre isso é possível ou necessário (por exemplo, bomba submersa).

Uma casa de bomba deve ter iluminação e ventilação adequadas e espaço suficiente para sua instalação, de forma a permitir o acesso, com segurança, ao operário.

As elevatórias podem ter diferentes formas; isso dependerá das características e da quantidade de bombas, do tipo de acionamento escolhido e do espaço necessário para instalação das tubulações e acessórios.

Vamos pensar juntos? Onde se localiza e como é realizada a tomada de água para ser tratada em seu município? Ela é adequada?

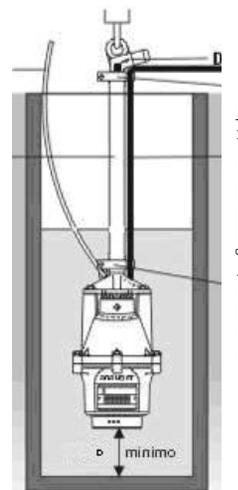
http://www.abraco.org.br/fotcol15.htm

Vista da elevatória de água tratada - ETA de Itabira/MG

A escolha do ponto de tomada de água para se tratar é importante, tanto do ponto de vista sanitário e ambiental, quanto da preservação dos equipamentos utilizados para tomada de água. É importante que a fonte de coleta de água seja livre de focos de poluição e, de preferência, a montante da cidade. Deve-se usar equipamento de proteção na tomada de água, como crivos, grades e caixas de areia, para preservar a bomba e seus acessórios.

As tomadas de água em que se utilizam bombas podem ser realizadas por captação flutuante, torre de tomada de água, caixa de tomada de água, poço de sucção.

As bombas para tomada de água bruta podem ficar localizadas em uma estação elevatória próxima ao manancial, no próprio manancial, em um abrigo sobre bóias flutuantes, ou podem estar submersas, no caso de captação em poços.

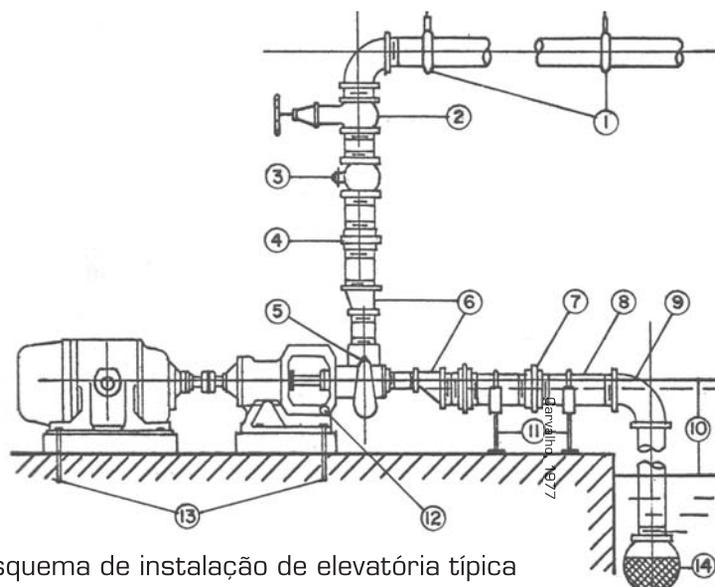
Captação com balsa flutuante

Poço de sucção
Bomba submersa

D mínimo = distância mínima entre a bomba e o fundo do poço de sucção..

Ao se fazer a instalação da bomba, deve-se deixar uma distância mínima entre a bomba e o fundo do poço de sucção, conforme recomenda a Norma NBR 12214, de forma que o seu funcionamento não fique prejudicado.

Instalação típica de elevatória

Existem diferentes maneiras de se assentarem conexões e acessórios para o perfeito funcionamento das bombas. A próxima figura apresenta uma instalação típica de uma bomba. Tente identificar as peças que foram utilizadas, correlacionando o número que está na figura com a listagem logo depois. Não se preocupe se você não conseguir identificar todas as peças, pois, em seguida, iremos conferí-las, juntos.

Carvalho, 1977

Esquema de instalação de elevatória típica

( ) Válvula de retenção
( ) Curva longa de 90º
( ) União
( ) Altura de aspiração

( ) Redução excêntrica
( ) Sucção
( ) Drenagem
( ) Suporte da tubulação

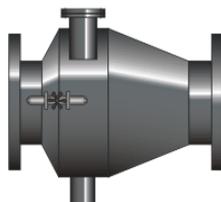
( ) Válvula pé com crivo
( ) Bujão
( ) Chumbadores
( ) Registro de gaveta

Depois de identificadas as peças, vamos apresentar as funções de algumas delas. Procure participar da apresentação, complementando-a.

http://www.pipest.com.br/valvulas.html

Válvula de pé com crivo

Válvula de pé com crivo (VPC): é uma válvula que permite a passagem do fluido (líquido) em um único sentido.Ela é usada para manter a carcaça e a tubulação de sucção escorvada cheias de água, impedindo, assim, o seu retorno ao reservatório de sucção, após o desligamento do motor. O crivo acoplado à válvula tem a finalidade de proteger a bomba retendo as partículas sólidas contidas na água.

http://www.pipest.com.br/valvulas.html

Válvula de retenção

Válvula de retenção (VR): válvula também unidirecional (em uma única direção). Ela protege a bomba, ao ser desligada, impedindo o retorno da água da tubulação de recalque e do peso da coluna de água. Permite também a manutenção da coluna líquida por ocasião da parada do motor.

http://www.pipest.com.br/valvulas.html

Redução excêntrica

Redução excêntrica (RE): peça que liga a tubulação de sucção à boca de entrada da bomba, de diâmetro normalmente menor. A **excentricidade** tem o objetivo de evitar a formação de bolsas de ar na entrada da bomba.

> **Excentricidade**: desvio ou distanciamento do centro.

http://www.pipest.com.br/valvulas.html

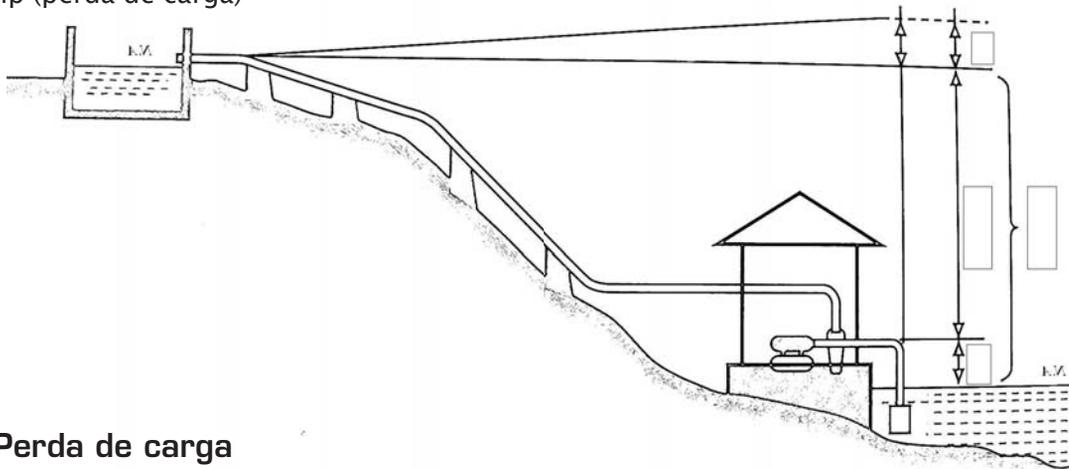
Registro de gaveta

Registro de recalque (R): aparelho destinado a controlar a vazão recalcada. Deve vir logo após a válvula de retenção, podendo ser de diferentes tipos. O mais comum é o registro de gaveta.

> **Escorvar** é retirar o ar e vapor de gás que se encontram na bomba e em seus tubos, utilizando o líquido que será bombeado, nesse caso, a água. Uma bomba pode ser escorvada manualmente ou automaticamente.

Até agora falamos de peças e acessórios que são normalmente utilizados para a instalação das bombas e, daqui a pouco, iniciaremos uma discussão sobre bombas. Contudo, vale a pena revermos alguns conceitos (parâmetros hidráulicos) que são importantes para entender o funcionamento das bombas, como altura de sucção, altura manométrica, perda de carga, pressão e outros. Você já conhece algum desses conceitos?

Parâmetros hidráulicos

Para começar, vamos trabalhar juntos! Procure identificar, no esquema, as alturas:
Hs = altura de sucção (altura entre o eixo da bomba e o nível de água inferior)
Hr = altura de recalque (altura do nível de água superior em relação ao eixo da bomba)
Hg = altura geométrica (diferença entre o nível de água do reservatório superior e inferior)
Hg= Hs + Hr
Hman. = altura manométrica (soma da altura geométrica mais as perdas de carga totais) e
hp (perda de carga)

Perda de carga

A perda de carga é a resistência oferecida pelas tubulações e acessórios ao escoamento do fluido (em nosso caso, a água). Essa resistência ao escoamento é ocasionada pelo diâmetro e tipo de material utilizado na fabricação dos tubos e peças, tempo de uso e líquido que está sendo transportado. A perda de carga pode ser contínua ou localizada. A perda de carga contínua é a perda de carga que ocorre durante o percurso da água ao longo das tubulações. Já a perda de carga localizada são as perdas de cargas que ocorrem nas conexões, peças e acessórios utilizados. Existem equações específicas para calcular as perdas de carga.

> Vamos pensar juntos? O que você entende por pressão? Qual é a importância do conhecimento da pressão no seu trabalho?

Pressão

É a força exercida em uma determinada área. Pode ser expressa em metros de coluna de água (m), megapascal (MPa) ou em quilograma-força por centímetro quadrado (kgf/cm^2).

$$10 \text{ m.c.a} = 1 \text{ kgf/cm}^2 \approx 0{,}1 \text{ MPa}$$

A água exerce pressão sobre as paredes, e o fundo do reservatório e sobre a parede dos tubos que transportam a água.

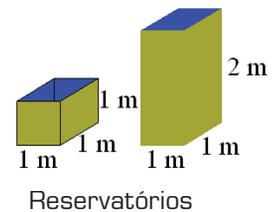
Vamos compreender melhor!

Imagine dois reservatórios que possuem a mesma área superficial, porém com alturas diferentes. Um com a altura de 1m e o outro com a altura de 2m. Em qual reservatório você acha que a pressão da água em seu fundo é maior?

Considere que o peso específico da água é 1000 kgf/m^3, ou seja, tem-se 1000 kgf (força) em um volume de 1 m^3. Você se lembra de quantos litros cabem 1 m^3?

Você sabia?

A massa de um líquido dividida pelo volume que ele ocupa é chamada de densidade absoluta, também conhecida como massa específica, que pode ser expressa, por exemplo, em quilograma por metro cúbico (kg/m^3) ou quilograma por litro (k/L) ou grama por metro cúbico (g/m^3).

Reservatórios

O peso específico de um líquido é o seu peso dividido pelo seu volume. Pode ser expresso em Newton por metro cúbico (N/m^3). Tanto o peso específico quanto a densidade da água dependem da pressão e da temperatura.

kgf = quilograma-força 1 kgf = 9,8 N.

N = Newton

Vamos conferir! Como a pressão é força sobre a área e, nesse caso, o peso específico é de 1000 kgf/m^3, ou seja, tem-se 1000 kgf (força) em um volume de 1 m^3, pode-se calcular a pressão no fundo de cada reservatório.

Reservatório menor

Área do fundo: 1m x 1m = 1 m^2

Como o volume é igual à área, multiplicada pela altura, tem-se:

Volume: 1m x 1m x 1m = 1 m^3

Com uma regra de três, acha-se qual a força em 1 m3 de água.

1000 kgf	1 m^3
X kgf	1 m^3

X = 1000kgf

Como a pressão = Força/Área, tem-se:

Pressão = 1000kgf/1 m^2 = 1000kgf/ m^2

Reservatório maior

Área do fundo: 1m x 1m = 1 m^2

Como o volume é igual à área, multiplicada pela altura, tem-se:

Volume: 1m x 1m x 2m = 2 m^3

Com uma regra de três, acha-se qual a força em 2 m3de água.

1000 kgf — 1 m^3

X kgf — 2 m^3

X = 2000kgf

Como a pressão = Força/Área, tem-se:

Pressão = 2000kgf/1 m^2 = 2000kgf/ m^2

Observe que a pressão exercida pela água no fundo do reservatório não depende do volume de água e sim da **altura** do reservatório. Isso acontece quando os líquidos são iguais e têm a mesma densidade. Caso os reservatórios fossem para líquidos diferentes, ou seja, um reservatório fosse para água e o outro fosse para óleo, não teríamos a mesma resposta, pois a densidade da água é diferente da densidade do óleo, tendo assim pesos diferentes.

No exemplo dado, a pressão achada chama-se **pressão efetiva, manométrica ou relativa**, que é simplesmente o valor da pressão causada pela altura da coluna de líquido. É chamada manométrica porque pode ser indicada por manômetros.

Vamos pensar juntos? Você conhece outros tipos de pressão? Você acha que a pressão pode influenciar o funcionamento da bomba? Como?

Além da pressão que a água exerce sobre o líquido, há ainda a pressão atmosférica e a pressão absoluta.

Pressão atmosférica ou barométrica

É a pressão exercida pela atmosfera sobre qualquer superfície. Varia de lugar para lugar e essa variação depende da altitude e da temperatura.

upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb

Monte Everest

Você sabia?

Quando a altitude eleva-se, a pressão atmosférica diminui. E a água, em lugares mais altos, ferve em temperaturas mais baixas.

No Rio de Janeiro (que está no nível do mar), a pressão atmosférica é de 10,33 m.c.a. ou 1 atm. Já no Monte Everest, o monte mais alto da terra, cuja altitude é de 8848m, a pressão é 3,61 m.c.a. ou 0, 35 atm.

Você sabia?

Quando há competição de futebol em lugares em que a altitude é acima de 2.750 metros acima do nível do mar, muitos jogadores passam mal durante o jogo.

A próxima tabela apresenta diferentes unidades de pressão e seus equivalentes.

Unidade de pressão	Valor correspondente
Atmosfera (atm) *	1
Metro de coluna de água (m H_20)	10,33
Bar (b)	1,01325
Pascal (Pa)	$1,01325 \times 10^5$
Bária	$1,01325 \times 10^6$
Milímetros de mercúrio (mm Hg)	760,0
kilograma força por centímetros quadrado (Kgf/cm^2)	1,033
*1 atm foi considerado o valor de referência	

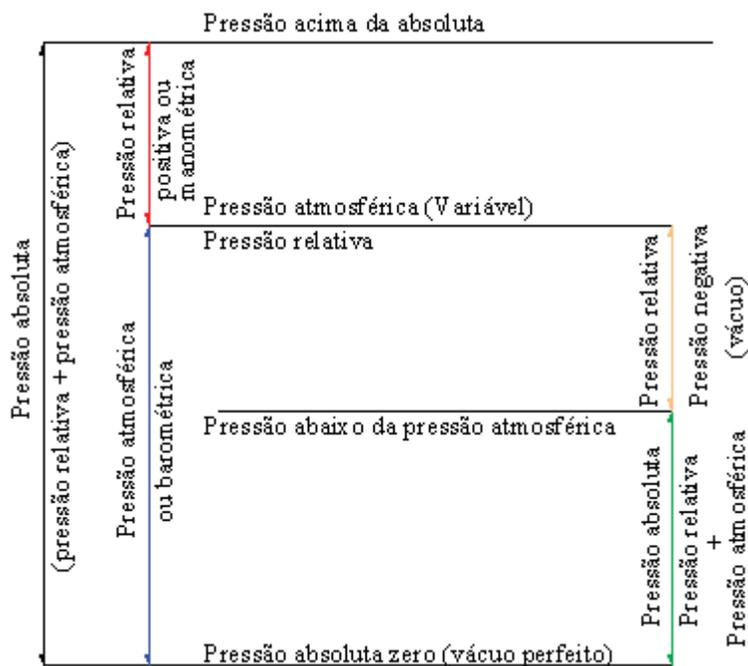
A pressão atmosférica pode influenciar o funcionamento de uma bomba centrífuga, uma vez que ela é responsável pela "aspiração" da água de um reservatório, cujo nível esteja localizado abaixo do nível da bomba.

Pressão absoluta

É a pressão total em um ponto qualquer no interior do líquido, sendo, portanto, igual à pressão da altura da coluna de líquido somada à pressão atmosférica.

As pressões indicadas por manômetros são pressões manométricas, que indicam valores relativos, ou seja, referidos à pressão atmosférica do lugar onde são utilizados.

Falou-se sobre vários tipos de pressão. Agora, vamos tentar entender melhor esse assunto com o exemplo a seguir. Observe, no próximo esquema, os diferentes tipos de pressão, para responder ao exemplo.

Imagine que, em ponto de uma tubulação, a pressão medida foi de 20 metros de coluna de água m.c.a. (valor positivo) em relação à pressão atmosférica ambiente. Se a pressão atmosférica no local corresponde a 10 m.c.a., qual será o valor da pressão absoluta?

Vamos praticar! Mediremos a pressão na tubulação da uma determinada bomba para acharmos a pressão absoluta.

Vazão

Balde para medir a vazão

Quando você abre a torneira de sua casa e enche de água um recipiente com um volume conhecido, medindo o tempo gasto para encher esse recipiente, você obtém a vazão, ou seja, você tem um volume de água por unidade de tempo.

Como exemplo, se um recipiente de 18 litros se enche em 3 minutos, a vazão será de 6 litros por minuto, porque 18 litros /3 minutos é igual a 6 litros por minuto.

A escolha de uma bomba está relacionada, entre outros aspectos, com a vazão que se deseja recalcar e com a altura manométrica. Vamos relembrar o conceito de altura manométrica?

Agora, que já relembramos alguns parâmetros hidráulicos importantes para compreender o funcionamento das bombas, vamos conhecer os tipos de bombas e ver como elas funcionam.

OBJETIVOS:

- Discutir os conhecimentos prévios dos profissionais sobre os tipos de bombas.

- Identificar peças e acessórios constituintes de uma bomba e entender sua função.

- Relembrar e discutir os materiais utilizados para se fabricarem bombas.

- Reformular e ampliar conceitos sobre curvas características das bombas e sua importância para a seleção das bombas.

Tipos de bombas e seleção de conjuntos elevatórios

Existem diversos tipos e modelos de bombas. A escolha do tipo e do modelo de bomba depende da vazão, da altura e das características do líquido que se deseja recalcar, do local onde será instalada, além do custo. Os fabricantes de bombas fornecem catálogos com os dados e as características das bombas, de forma a possibilitar a seleção da bomba desejada. Além dos parâmetros hidráulicos, os gastos com energia são bastante importantes. A seleção correta da bomba contribui para economia do sistema, o que pode minimizar o custo da água. Nas próximas páginas, vamos discutir os tipos de bombas e ver como escolher a mais apropriada. Para começar, leia quais são os objetivos da atividade que iniciaremos.

Vamos responder a algumas questões relacionadas com bombas.

Quais os tipos de bombas que você conhece? Que parâmetros você acha importantes para se escolher uma bomba?

....

....

....

....

Como o seu trabalho pode contribuir para aumentar a vida útil das bombas?

....

....

....

....

Quais são os problemas mais comuns que ocorrem com as bombas no local onde vocês trabalham? Que tipo de manutenção é mais comum de ser realizada no local onde vocês trabalham: a programada ou a emergencial?

....

....

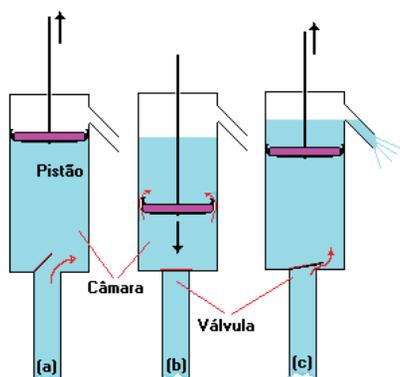
....

....

....

Vamos discutir as respostas!

Bombas são equipamentos que conduzem um líquido de um ponto mais baixo para um ponto mais elevado.

As bombas podem ser classificadas nas seguintes classes principais: bombas volumétricas e turbobombas.

Esquema de bomba tipo pistão

Bombas volumétricas: são raramente utilizadas em sistema de abastecimento de água, a não ser quando a faixa de aplicação das turbobombas não consegue atender à necessidade . Possuem câmara e órgão propulsor instalado em seu interior, que transmite energia de pressão ao líquido, fazendo-se a sucção da água. Como exemplo pode-se citar a bomba tipo pistão.

Turbobombas: também chamadas de bombas hidráulicas, são muito utilizadas nos sistemas de abastecimento de água. As turbobombas possuem órgãos principais e auxiliares. Dependendo de qual será o uso da bomba, esses órgãos podem variar.

Órgãos principais: rotor e difusor.

Órgãos auxiliares: rolamentos, caixa de gaxeta, acoplamentos, eixo, anéis de desgaste, base e outras.

Rotor: pode ter diferentes formas. Possui paletas que se movimentam dentro da carcaça da bomba, quando se aciona o motor, produzindo o movimento da água. Esse movimento provoca uma depressão na entrada do rotor, fazendo com que a água seja aspirada e uma sobrepressão na saída do mesmo, proporcionando o recalque da água.

Difusor: canal de sucção que coleta o fluido expelido pelo rotor e o conduz para a tubulação de recalque.

Classificação das turbobombas

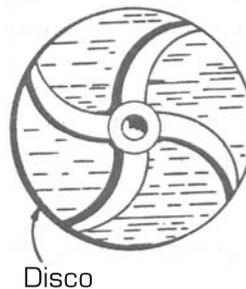
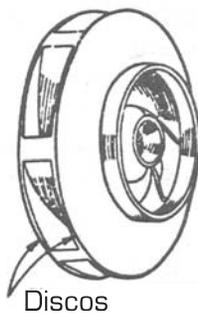
As turbobombas podem ser classificadas em função do tipo e número de rotor, do movimento e da forma de admissão do líquido, posição do eixo e pressão. Vamos discutir esses assuntos a partir de agora.

Tipo de rotor

Os próximos desenhos apresentam três tipos de rotores. Vamos completar juntos, os nomes deles, e aplicações de cada um deles.

....

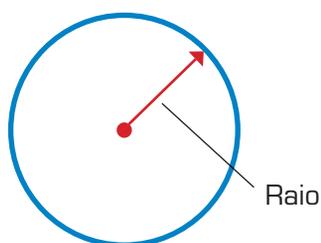
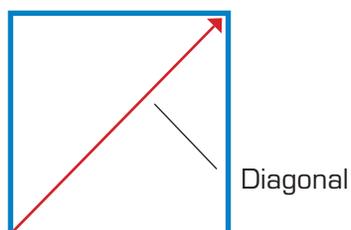
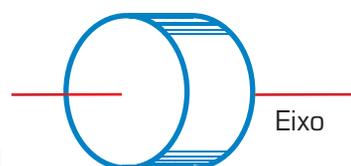
....

....

Pressão desenvolvida: as pressões variam em função das alturas a serem recalcadas.

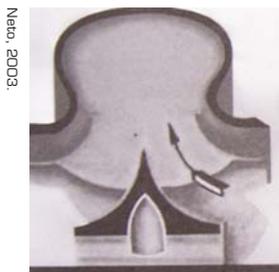
Bombas de baixa pressão:	até 15 mca.
Bombas de média pressão:	de 15 a 50 mca.
Bombas de alta pressão:	acima de 50 mca.

Você sabe qual o tipo de rotor e a pressão de trabalho das bombas que operam?

Movimento e admissão do líquido

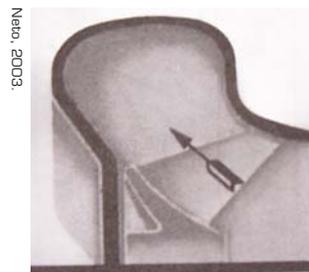
A trajetória (caminho) do líquido no rotor pode ser radial, axial e diagonal ou misto.

Radial: sentido do raio.

Diagonal: inclinado em relação a uma linha de referência; oblíquo, transversal.

Axial: em direção ao eixo.

Observe os desenhos para entender melhor.

Neto, 2003.

Fluxo radial: o líquido penetra axialmente no rotor, e sua trajetória é desviada para a direção radial.

Neto, 2003.

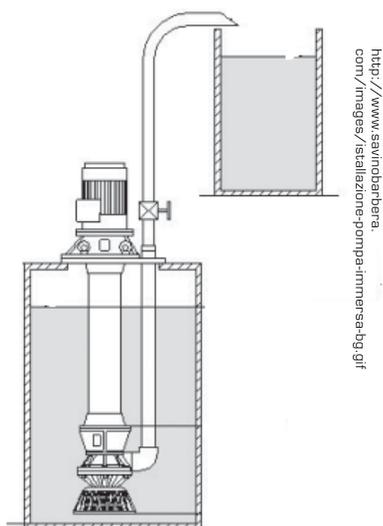
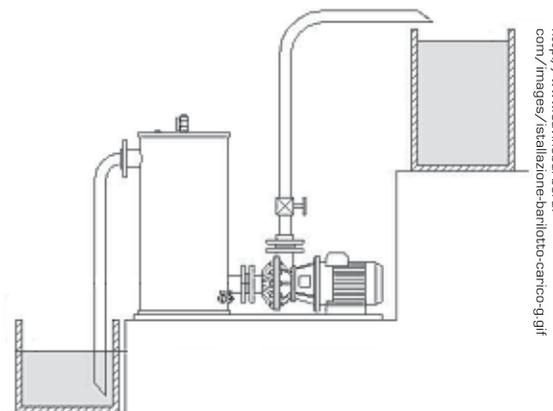
Fluxo axial: a trajetória que o líquido desenvolve, com relação ao rotor, é em direção ao eixo.

Neto, 2003.

Fluxo misto: a trajetória do líquido se faz diagonal-mente em relação ao rotor.

Dependendo de qual vazão e altura a água será recalcada, determinada trajetória do líquido que será recalcado proporciona maior eficiência. Vamos correlacionar a trajetória do líquido com a vazão e altura de recalque.

Bombas que recalcam	Trajetória do líquido no rotor da bomba
Vazões e alturas médias	
Grandes vazões e pequenas alturas	
Pequenas vazões e alturas elevadas	

Posição do eixo da bomba

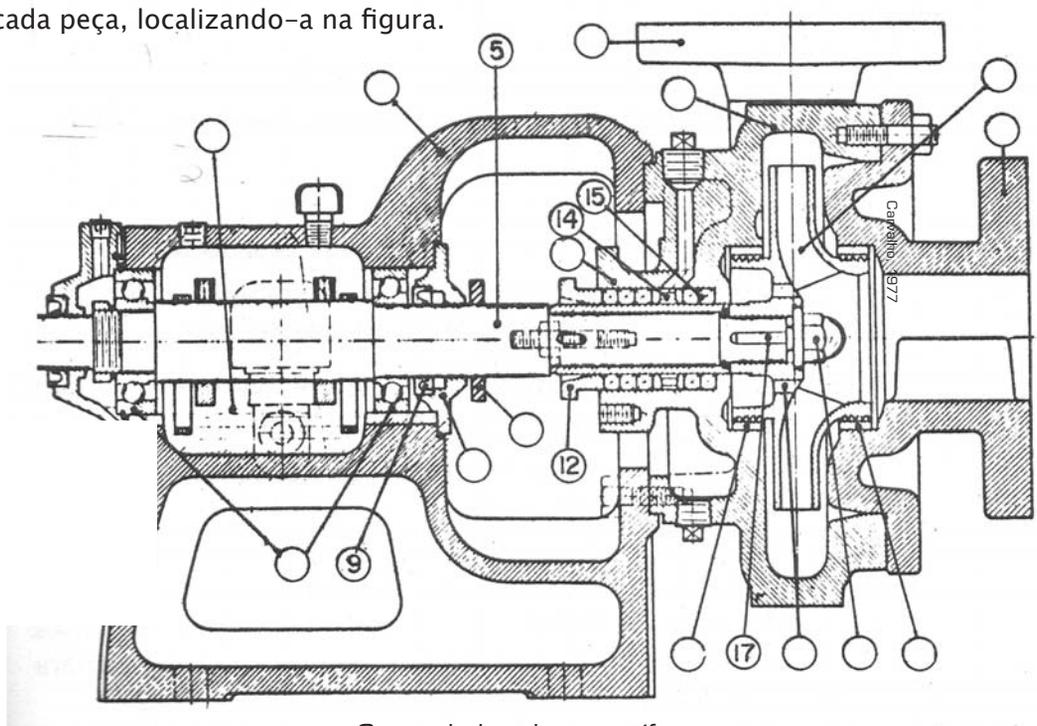
As bombas podem ser de eixo vertical ou horizontal. As bombas de eixo vertical podem ser: bomba de eixo vertical prolongado (bomba tipo turbina), bomba do tipo propeller (hélice) e bomba submersa.

Falamos sobre a classificação das turbobombas em geral. Agora, vamos falar sobre órgãos auxiliares da bomba centrífuga, que é o tipo de turbobomba mais utilizado nos sistemas de abastecimento de água.

As bombas centrífugas ou radiais são acionadas por motores elétricos. Existem diversos modelos de bombas centrífugas, que podem ser encontradas em catálogos específicos dos fabricantes.

A bomba e o motor formam o conjunto elevatório, que tem como objetivo transportar a água de um ponto mais baixo para um ponto mais elevado.

Conjunto motobomba

Peças constituintes de uma bomba centrífuga

Você se lembra dos nomes da peças de uma bomba centrífuga? Vamos correlacionar o nome de cada peça, localizando-a na figura.

Corte de bomba centrífuga

1 –Flange de sucção
2 – Rotor
3 – Carcaça ou caixa espiral
4 – Flange de descarga
5 – Eixo
6 – Cavalete
7 – Caixa de óleo
8 – Rolamentos
9 – Retentor
10 – Tampa da caixa de óleo
11 – Defletor
12 – Sobreposta ou aperta-gaxeta
13 – Estojo de gaxetas
14 – Cadeado hidráulico
15 –Gaxetas
16– Anel de desgaste traseiro
17 –Chaveta
18 – Furos de compensação
19 –Porca do rotor
20 –Anel de desgaste dianteiro

Caso você não esteja familiarizado com os termos apresentados, consulte o guia.

Depois de identificadas as peças, vamos relembrar a função de algumas delas?

http://www.revalbombas.com.br/images/produtos/catalogos

Eixos

Eixo: tem como função transmitir potência do motor para o rotor da bomba e suportar o peso do rotor e as cargas radiais e axiais impostas ao mesmo.

http://www.revalbombas.com.br/images/produtos/catalogos

Anéis

Anéis de desgaste: são juntas de vedação que ficam entre o rotor e carcaça e têm a função de diminuir a recirculação do fluído, em rotores do tipo fechado.

http://www.revalbombas.com.br/images/produtos/catalogos

Caixas de gaxetas

Caixas de gaxetas; abrigam os anéis de gaxetas, que são comprimidos por uma peça chamada sobreposta ou aperta-gaxeta, até o ajuste desejado. Têm como função evitar vazamento do líquido no ponto ou região em que o eixo penetra na carcaça da bomba e evitar a entrada de ar para o interior da bomba, quando a pressão interna na caixa é inferior à pressão atmosférica externa.

http://www.revalbombas.com.br/images/produtos/catalogos

Selos mecânicos

Selos mecânicos: garantem a **estanqueidade** da vedação. Dependendo do tipo de fluido a ser bombeado, pode ser necessário que a bomba tenha selo mecânico.

Estanque: que não deixa entrar água; vedado.

http://www.revalbombas.com.br/images/produtos/catalogos

Rolamentos

Rolamentos: sua função é manter o eixo e o rotor alinhados com as partes **estacionárias**, impedindo o seu movimento na direção radial ou na axial.

Estacionário: que se mantém no mesmo lugar; imóvel, parado, estacional.

www.ht-eservices.com.br/.../
couplings.jp

Acoplamento

Acoplamento: liga a bomba ao motor. Pode ser rígido ou flexível. O acoplamento deve ser alinhado, evitando, assim, vibração nos eixos e sobrecargas sobre os rolamentos, além de desgaste nas bombas.

Na escolha da bomba, deve-se considerar: a vazão, a pressão, a sucção e o recalque, motor de acionamento, tipo e velocidade e limite de sobrecarga, o líquido que será recalcado e suas propriedades, altura manométrica e custos de instalação e operação.

Em sua opinião, que fatores podem influenciar a escolha do material para fabricar uma bomba?

....

....

....

Materiais usados na construção de bombas

Os materiais utilizados na fabricação de bombas devem resistir, suficientemente, à corrosão, à erosão e às diferenças de temperatura e pressão.

A escolha do material com que será fabricada uma bomba está diretamente relacionada com a característica do líquido que será recalcado e a altura geométrica. A próxima tabela apresenta os materiais recomendados para diversas faixas de pH.

Valores de pH	Material recomendado
pH menor que 3,5	Aços resistentes à corrosão
pH entre 3,5 e 6,0	Bronze
pH entre 6,0 e 8,0	Bronze, ferro ou uma combinação dos dois
pH acima de 8,0	Toda de aço ou toda de ferro

CARVALHO, 1987

A seguir são apresentadas algumas peças de bombas e e os respectivos materiais com que são fabricadas.

Peça	Material
Carcaça	Ferro fundido
Flange de sucção	Ferro fundido
Rotor	Bronze
Anel do rotor	Bronze
Anel de carcaça	Bronze
Difusor	Ferro fundido ou bronze
Eixo (com luva)	Aço
Eixo (sem luva)	Aço inoxidável
Luva do eixo	Bronze
Sobreposta	Bronze

CARVALHO, 1987

Agora que já falamos sobre os tipos de bombas e materiais com os quais são fabricadas, vamos entender como elas trabalham. Para começar, vamos entender as curvas características das bombas. Você conhece as curvas características das bombas do local em que trabalha? Você sabe qual a importância dessas curvas?

Curvas características das bombas

Para entendermos as curvas características das bombas, é importante relembrar potência, rendimento da bomba e NPSH. Você já viu essa sigla anteriormente? Sabe o que ela significa?

O desempenho de uma bomba está relacionado com sua potência e rendimento e com a vazão e a altura manométrica que esta deverá recalcar.

Potência: a potência de um conjunto elevatório deve ser tal que o líquido a ser recalcado consiga vencer a diferença de nível entre dois pontos, juntamente com as perdas de carga ao longo do percurso.

Normalmente, a simbologia utilizada para potência de bombas é a letra P. E a unidade de P é cavalo-vapor (cv), HP *(horse power)* ou watt *(W)*.

1 cv = 0,986 HP
1 HP = 745 W

Rendimento (η%) de uma bomba: o rendimento de uma bomba é a relação entre a energia oferecida pelo motor e a energia absorvida pela bomba. Ele varia conforme a vazão, altura manométrica e o tipo de bomba. Normalmente, o rendimento varia entre 30% a 90%.

NPSH: é uma sigla em inglês, utilizada no mundo inteiro; em português, significa "Energia Disponível no Líquido na Entrada da bomba".

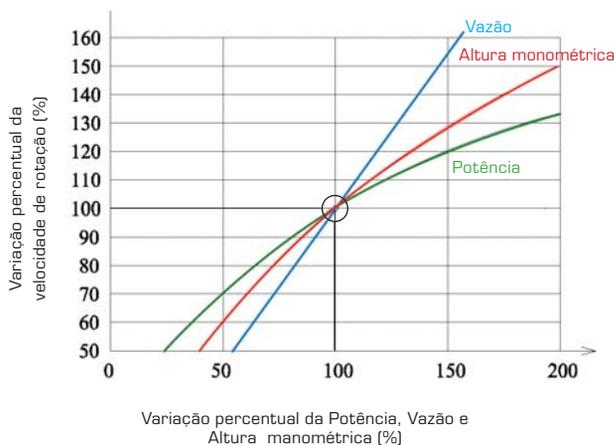
O rendimento, a potência e o NPSH da bomba são informados pelos fabricantes de bombas.

Para comprar uma bomba, deve-se ter em mãos os seguintes dados: características do líquido a ser recalcado, altura manométrica, vazão, NPSH requerido e potência. Esses são os dados suficientes para buscar em catálogos o conjunto elevatório que mais se aproxima das características desejadas.

Uma bomba é projetada para trabalhar com uma faixa de vazão, rotação e altura manométrica. A definição da faixa de operação da bomba é realizada por meio de ensaios, os quais geram curvas características ou de desempenho das bombas. As curvas são informadas pelos fabricantes e variam de bomba para bomba.

Você receberá uma curva de uma bomba, obtida de um catálogo de um fabricante. Juntos, vamos analisá-la.

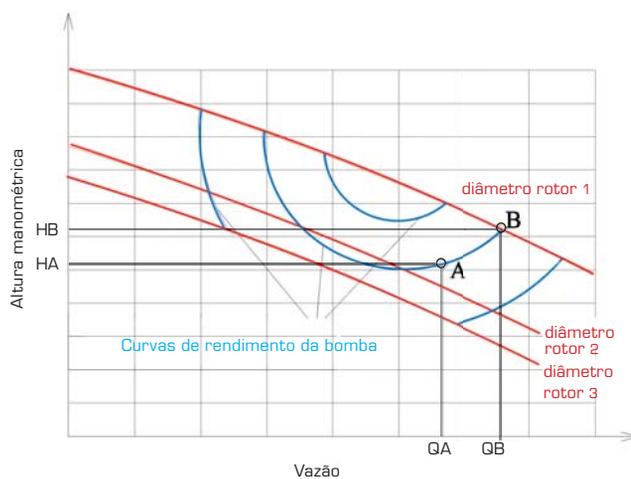
As curvas das bombas podem ser influenciadas pelo diâmetro e pela rotação do rotor.

Influência da rotação nas curvas das bombas: a rotação da bomba pode variar em função do motor de acionamento utilizado. Rotações diferentes provocam variações na vazão, altura manométrica e pressão, e conseqüente variação da curva característica da bomba.

Vamos entender melhor! Observe o gráfico e tente encontrar o percentual de variação da vazão, potência e da altura manométrica, caso a velocidade de rotação da bomba passasse de 100% para 110%, ou seja, se aumentasse 10%.

Potência = _____% | Vazão = _____%

Altura manométrica = _____ %

Influência do diâmetro do rotor nas curvas das bombas: a variação do diâmetro do rotor também pode influenciar a variação da curva característica da bomba.

Normalmente, o fabricante constrói a carcaça da bomba de forma tal que a mesma possa receber, em seu interior, rotores de diâmetros diferentes, de forma a não afetar significativamente a hidráulica do conjunto. Os rotores são fornecidos pelos fabricantes em diâmetro padrão. Se, por acaso, o ponto de funcionamento da bomba estiver entre as curvas de dois rotores, o usuário deverá fazer uma raspagem no rotor de maior diâmetro, para que ele fique com o diâmetro desejado.

Vamos entender melhor! A escolha do diâmetro do rotor está relacionada com o ponto de trabalho desejado. Vamos supor que o ponto **A** seja o ponto em que se pretenda que a bomba opere.

Observe, na figura, as curvas de rendimento da bomba e as curvas do diâmetro do rotor. Os pontos **A** e **B** estão sobre uma curva de mesmo rendimento, porém o diâmetro do rotor é diferente. Para o ponto B, tem-se o diâmetro do rotor 1 e, para o ponto A, o diâmetro do rotor deverá ser calculado.

Como os pontos **A** e **B** estão sobre uma curva de rendimento, faz-se uma relação entre QA/QB e o diâmetro do rotor que se tem como referência (o diâmetro rotor 1), achando-se o diâmetro que deverá ter o rotor que trabalhe no ponto **A** desejado. Então, teremos:

$$\frac{QA}{QB} = \frac{(\text{diâmetro que se deseja descobrir})^2}{(\text{diâmetro do rotor 1})^2}$$

$$\text{diâmetro que se deseja descobrir} = \text{diâmetro do rotor 1} \times \sqrt{\frac{QA}{QB}}$$

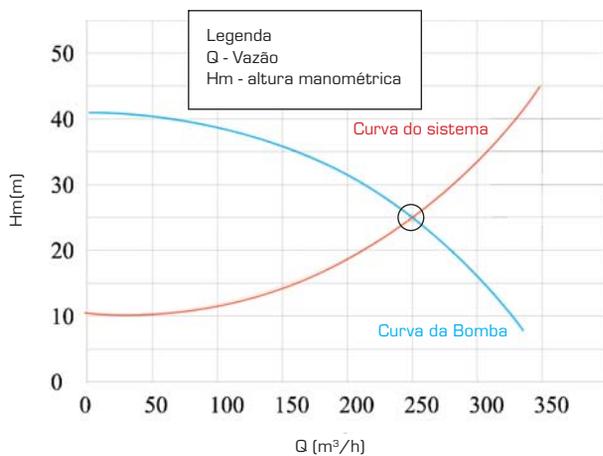
Com o tempo, diminui o rendimento do conjunto motobomba. Isso se deve, por exemplo, à corrosão, às folgas e desgastes dos mancais, ao aumento do vazamento e da recirculação devido às folgas.

O desgaste do conjunto motobomba depende do material utilizado na sua construção e das condições de operação. Para verificar o desempenho da bomba após algum tempo, esta deve ser submetida a teste, o que possibilita determinar as novas curvas características.

Qual o papel do operador na manutenção das bombas e acessórios?

Apesar de uma bomba poder trabalhar dentro de uma determinada faixa de valores de altura manométrica (Hm) e vazão (Q), que são determinados nas curvas fornecidas pelos fabricantes, sua operação dependerá das condições do sistema, como altura geométrica e perda de carga total.

Assim, o **ponto de trabalho ou operação** de uma bomba num dado sistema será a interseção da curva característica da bomba com a curva do sistema.

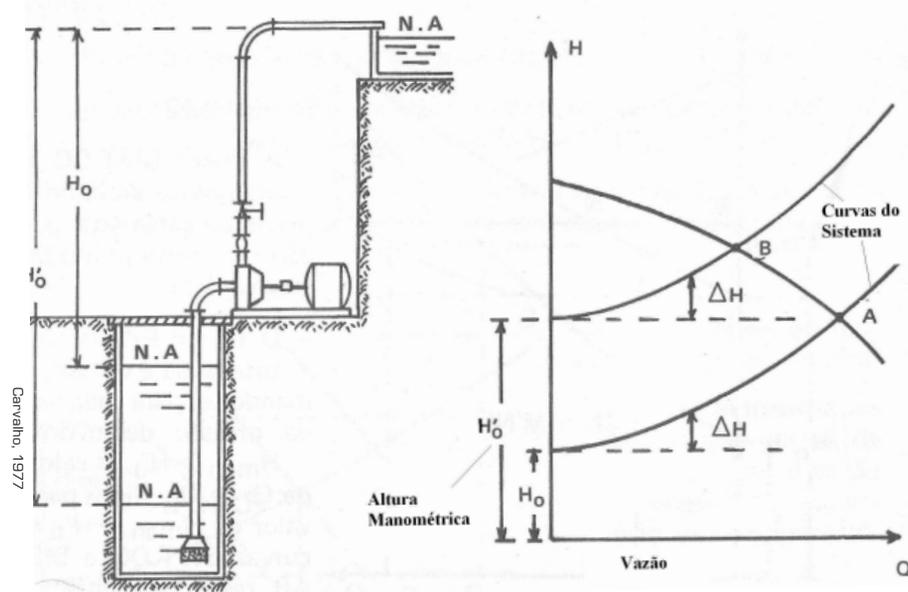
Vamos entender melhor o ponto de trabalho da bomba!

No gráfico, apresenta-se a curva da bomba (fornecida pelo fabricante) e a curva do sistema (calculada em função da altura geométrica mais a perda de carga do sistema). Observe o ponto de trabalho da bomba e defina a vazão e a altura manométrica.

Q= _____

Hm= _____

A variação da curva do sistema pode ocorrer pelos seguintes motivos: **a)** quando se faz uma combinação de diâmetros diferentes da tubulação na linha de recalque; **b)** quando existe mais de um reservatório na linha de recalque, tendo-se descargas independentes; **c)** quando se fecha o registro; **d)** quando há alteração da altura do nível de água do poço de sucção e **e)** quando há alteração da perda de carga devido à incrustação na tubulação de recalque.

Há problemas de incrustação na tubulação de recalque no município onde você trabalha? Você acha que isso pode interferir na qualidade da água?

Observe o esquema e tente identificar qual o motivo da variação das curvas do sistema.

Desenho esquemático do sistema e suas curvas

Vamos conferir! A curva do sistema variou de Ho para Ho', devido à diferença de nível da água no poço de sucção. Observe que houve alteração do ponto de operação da bomba devido à diminuição do nível de água e, conseqüentemente, a vazão recalcada diminuiu. Você acha que isso pode ter uma implicação sanitária?

Uma bomba pode ser instalada de diversas maneiras. Contudo, deve-se ficar atento a certos detalhes, como assentamento correto de peças e acessórios, para que seu funcionamento não fique prejudicado.

Regulagem do ponto de operação da bomba: o ponto de trabalho de uma bomba pode ser alterado quando: **a)** mantém a curva do sistema e altera a curva da bomba; **b)** mantém a curva da bomba e varia a curva do sistema; e **c)** varia tanto a curva da bomba quanto a curva do sistema.

Bombas de projeto especial

Estas bombas possuem características construtivas especiais de forma a atender características específicas de bombeamento. Podem ser verticais e submersas.

Vimos os tipos de bombas e as curvas características para se escolher uma bomba. Agora, vamos falar um pouco sobre instalação, operação e manutenção de bombas.

Instalação, operação e manutenção de bombas

OBJETIVOS:

- Discutir os conhecimentos prévios dos profissionais sobre pré-instalação, operação e manutenção de bombas.
- Reformular e ampliar conceitos sobre como pré-instalar uma bomba corretamente.
- Discutir a importância de se fazer a manutenção preventiva das bombas.

O desempenho e a durabilidade de uma bomba estão diretamente ligados à sua instalação, operação e manutenção. Procedimentos simples, como lubrificar, fazer a escorva e verificar se não há vazamentos, contribuem para um bom desempenho da bomba e também para evitar que o sistema seja interrompido por causa de defeitos, ocasionando falta de água.

Nas próximas páginas, vamos discutir a pré–instalação, operação e manutenção de bombas. Para começar, leia quais são os objetivos da atividade que iniciaremos.

Vamos responder a algumas questões relacionadas à manutenção e operação de bombas.

Nos espaços abaixo, faça uma lista dos procedimentos de instalação, operação e manutenção de bombas que você costuma realizar no local onde trabalha.

....

....

....

....

....

....

....

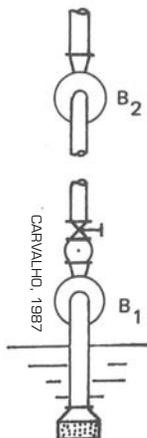
Vamos discutir as respostas!

As bombas podem ser instaladas em série ou em paralelo. Dependendo de como estão associadas, poderão recalcar vazões e alturas diferentes.

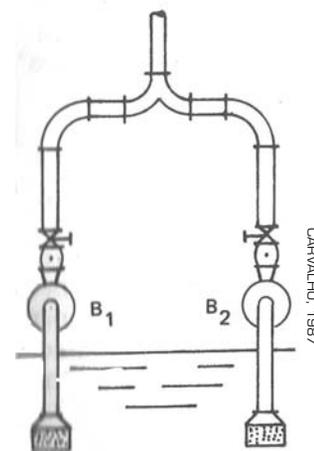
Vamos pensar juntos? Você acha que há vantagem em se utilizarem bombas em série ou paralelo?

Vamos entender melhor!

Imagine que, em uma estação elevatória, serão instaladas duas bombas com capacidade de 30 L/s cada uma e com altura manométrica de 50m. Qual associação em série ou em paralelo proporcionará possibilidade de se atingirem maiores alturas? Por quê?

Vamos conferir!

Bombas (B1) e (B2) em série

Quando se instalam duas bombas em série, em cotas (níveis) diferentes, a altura que estas serão capazes de recalcar é, aproximadamente, a soma da altura monométrica de cada uma. Nesse caso, poderá ser obtida uma altura de recalque máxima de 100 metros.

A vazão máxima a ser recalcada é a mesma em cada bomba, ou seja, de 30L/s.

Bombas (B1) e (B2) instaladas em paralelo

Quando duas bombas iguais são instaladas em paralelo, a altura manométrica é a mesma para as duas. E a vazão máxima a ser recalcada é a soma da vazão de cada uma das bombas. Nesse caso, a vazão total recalcada será de 60L/s; e a altura manométrica de 50m.

Vamos pensar juntos! Consideremos que um pessoa gasta 150 L/dia de água. Uma bomba que recalca 30 L/s daria para atender a quantas pessoas?

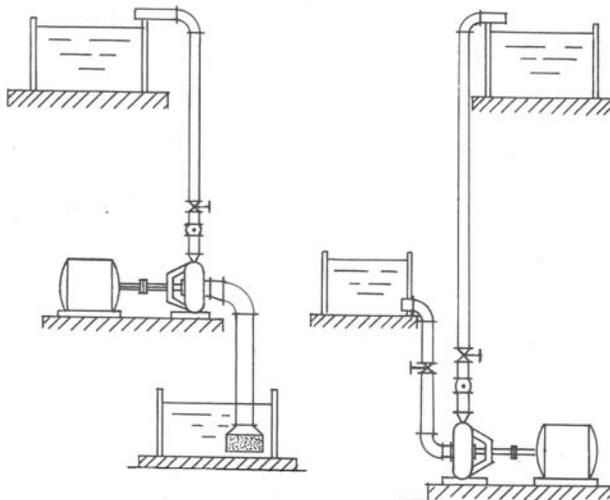
....

....

....

Altura de assentamento da bomba: uma bomba pode ter altura de sucção positiva ou negativa. Observe a próxima figura e escreva, nos espaços em branco, qual bomba é de sucção positiva e qual é negativa. Comente as vantagens e desvantagens de cada uma delas.

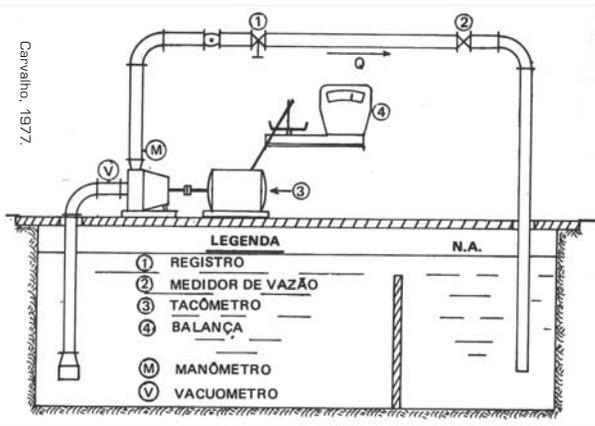
....

....

Vamos pensar juntos? Qual a importância de se fazer a pré-instalação da bomba?

Pré-instalação da bomba

A pré–instalação de uma bomba envolve ensaios de recepção, de inspeção do equipamento e de armazenamento.

Carvalho, 1977.

Esquema de bancada de ensaios de bombas

No ensaio de recepção, a bomba é testada com o intuito de se verificar se ela atende às especi–ficações solicitadas. Nesses ensaios verifica–se a capacidade de vazão a ser recalcada, a pressão e o rendimento. Tais ensaios podem ser feitos na fábrica ou no próprio local de instalação da bomba.

O encarregado de receber a bomba deverá verificar se as embalagens estão intactas e se há falta de alguma peça, conferindo sempre a nota fiscal.

Observando a legenda da figura anterior, vamos completar a função de cada dispositivo.

1 .... 4 ....

2 .... M ....

3 .... V ....

Armazenamento da bomba

As bombas poderão ser armazenadas a curto ou a longo prazo (maior do que 30 dias).

Como é realizado o armazenamento das bombas no local em que você trabalha?

....

....

....

Vamos conferir se não ficou faltando nada?

- O local deve ser seco.
- Não se devem tirar as proteções de madeira das bocas de entrada e descarga do equipamento.
- As partes usinadas e expostas devem ser protegidas contra a poeira e a umidade.
- Manter os mancais com lubrificantes.
- Não armazenar o equipamento com os anéis de gaxeta no local.
- Girar o eixo do equipamento, uma vez por semana, para evitar a oxidação.
- Respeitar as orientações do fabricante.

Oxidar: tornar-se enferrujado; enferrujar-se

Para o armazenamento superior a 30 dias, deve-se também encher a bomba, a cada três meses, com um produto especial anticorrosivo, dissolvido em álcool, girando-a várias vezes com as mãos e drenando-a, posteriormente.

Não desmonte os equipamentos para limpeza ou aplicação de anticorrosivos internamente.

Instalação das bombas

Chumbador de fixação

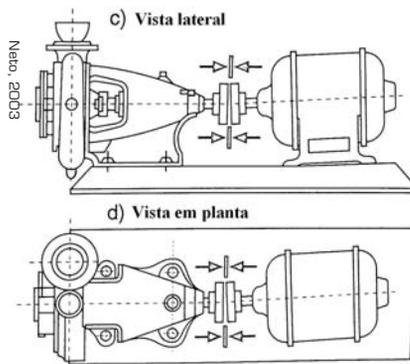
Bloco de ancoragem

Para bombas não submersas, o conjunto motobomba deverá ser assentado sobre estrutura bem dimensionada, de forma a garantir bases sólidas que absorvam as vibrações ocorridas durante o funcionamento.

Os blocos de ancoragem deverão exceder pelo menos 5 cm, na largura e no comprimento, à base de ferro que sustenta o conjunto motobomba. Os furos nos blocos para a fixação dos chumbadores deverão ser cuidadosamente posicionados e dimensionados para a perfeita fixação da bomba.

Verificação de alinhamento paralelo

O alinhamento do conjunto motobomba é essencial para seu funcionamento. Há dois tipos de alinhamento que devem ser verificados: o horizontal e o vertical.

Alinhamento horizontal (paralelo): para conferir o alinhamento horizontal, deve-se colocar uma régua de metal sobre as duas partes da luva, de maneira que esta toque igualmente as duas metades da luva. Esse procedimento deve ser efetuado pelo menos em dois pontos de 90 graus, ou seja, no esquadro.

Verificação de alinhamento angular

Alinhamento vertical (angular): para verificar o alinhamento vertical, deve-se medir a distância entre as faces opostas das duas partes da luva elástica. Esta deverá ser igual em toda a volta das luvas. Esse procedimento deve ser efetuado para dois pontos defasados de 90 graus.

O que pode ocasionar o desalinhamento do conjunto motobomba?

....

....

Vamos conferir sua resposta?

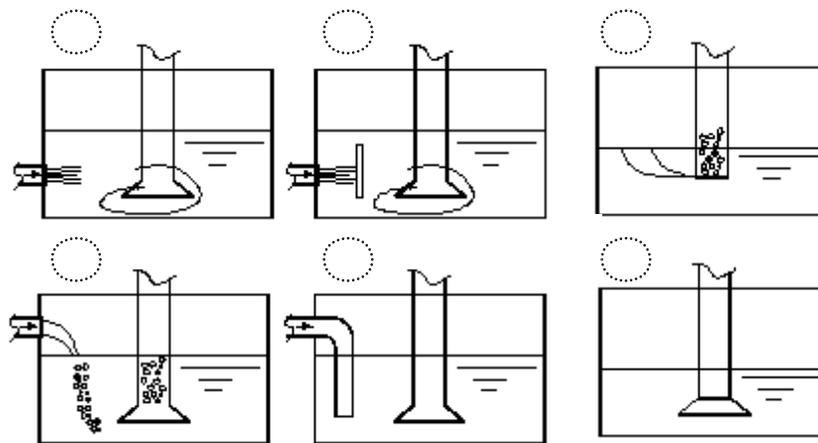
- Transporte inadequado do conjunto motobomba;
- colocação incorreta do conjunto sobre a fundação;
- aperto desigual dos chumbadores;
- desalinhamento das tubulações.

Outro aspecto importante na instalação de uma bomba é o ponto de tomada de água. Você verifica, com freqüência, os pontos de tomada de água das estações elevatórias de seu município?

Tomada de água: o uso de crivos, grades para retenção de sólidos e caixa de areia na tomada de água contribui para a proteção das bombas e tubulações. A instalação de tomada de água deve ser, preferencialmente, no caso de rios, localizada em locais retos, a fim de se evitar acúmulo de materiais sólidos na tomada de água.

Na próxima figura, há várias soluções para tomada de água em um poço de sucção. Marque com um x as soluções mais adequadas. Comente sua resposta.

....

....

Tubulação e acessórios: a canalização de sucção deve ser, tanto quanto possível, bem curta e com o menor número de conexões, para que as perdas de cargas não sejam elevadas.

Deve-se utilizar redução excêntrica na entrada da bomba para evitar formação de bolsas de ar. Quando for necessário, utilizar curva. Deve-se procurar usar a curva de raio longo.

As tubulações devem ser ancoradas em blocos de ancoragem e nunca apoiadas na bomba, a fim de se evitarem esforços sobre ela.

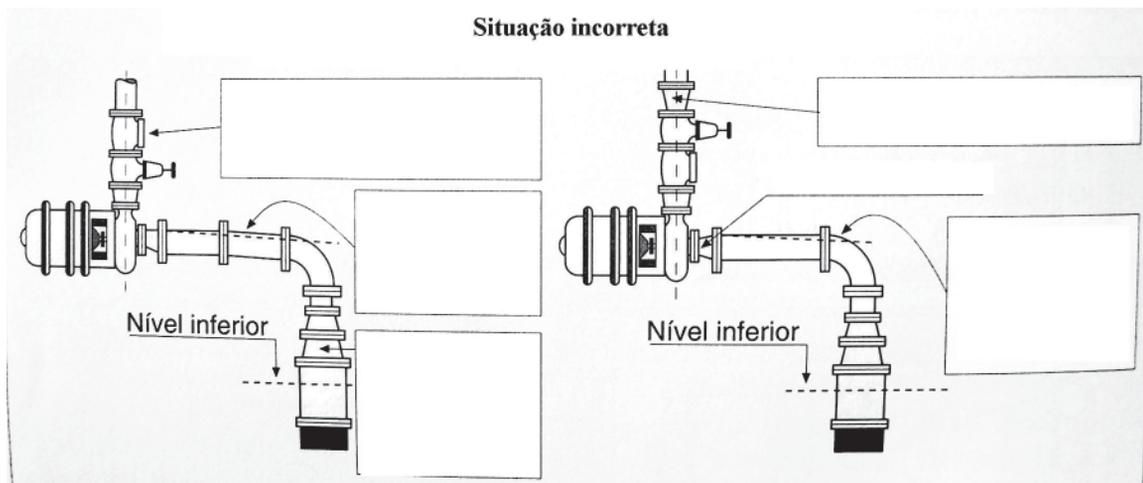
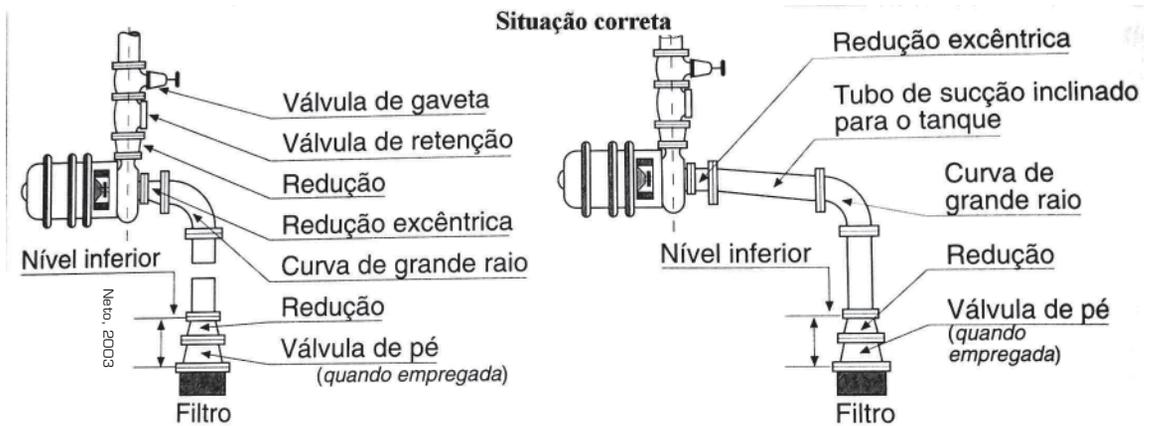
Devem-se usar registros para controlar a vazão e a válvula de retenção na linha de recalque para evitar o refluxo do fluido, facilitando a escorva da bomba e protegendo a bomba contra o **golpe de aríete,** quando ela for desligada.

Você sabe o que é golpe de aríete? Alguma vez ocorreu golpe de aríete no local em que você trabalha?

http://www.abraco.org.br/fotcol/15.htm

Vista da elevatória de água tratada - ETA de Itabira/MG

Golpe de aríete: é a sobrepressão (choque violento), que as canalizações recebem quando, por exemplo, se fecha um registro bruscamente ou quando há falta de energia na estação elevatória.

Nos próximos esquemas, há situações corretas e incorretas de instalações de tubulações necessárias ao funcionamento adequado da bomba. Observe-as e descreva quais as possíveis conseqüências de conexões e aparelhos colocados incorretamente.

Vimos vários procedimentos necessários para se colocar a bomba em funcionamento adequado. Vamos, juntos, correlacionar possíveis causas de funcionamento deficiente das bombas. Coloque os números nos espaços correspondentes.

(1) Se o líquido não for recalcado,
(2) Se a vazão do líquido recalcado é insuficiente,
(3) Se a pressão é insuficiente,
(4) Se a bomba funciona por algum tempo e depois perde a sucção,
(5) Se a bomba sobrecarrega o motor,

( ) ( ) ( ) a rotação está abaixo da especificada.
( ) ( ) a altura manométrica é superior à prevista.
( ) rotação está muito alta.
( ) ( ) ( ) a altura de sucção está acima da permitida.
( ) o rotor pode estar completamente entupido.
( ) o rotor está parcialmente entupido.
( ) o rotor pode estar estragado ou com diâmetro pequeno.
( ) há vazamento ou entupimento parcial na linha de sucção.
( ) a altura manométrica é inferior à prevista (vazão aumenta).
( ) os anéis de vedação estão muito gastos.
( ) ( ) ( ) pode haver ar ou gases na tubulação ou bomba, ou na linha de sucção ou na caixa das gaxetas;
( ) há defeitos mecânicos, como eixo torto, engripamento das partes rotativas, rolamento defeituoso, gaxetas muito apertadas, etc.

Engripar: parar de funcionar (engrenagem) por falta de lubrificação ou por qualquer dano ou desgaste.

Início de operação da bomba

Pedimos a um operário que cuida da manutenção de bombas de uma cidade que nos desse orientações sobre o que deve ser realizado para dar partida a uma bomba, e ele nos deu as seguintes orientações:

a) verificar o nível do reservatório de sucção; **b)** abrir o registro de sucção; **c)** fazer escorva da bomba para retirada do ar; **d)** verificar se a tensão da rede está normal; **e)** dar partida no conjunto motobomba; **f)** abrir o registro de descarga lentamente; **g)** observar a corrente nominal do motor; **h)** observar a pressão da rede de recalque; **i)** verificar se há aquecimento da bomba; **j)** verificar se a vazão do líquido bombeado está normal.

Você costuma realizar esses procedimentos em seu local de trabalho?
Ficou faltando alguma coisa?

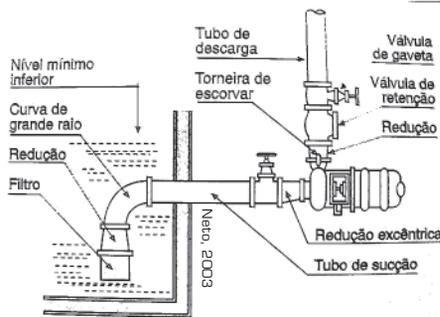
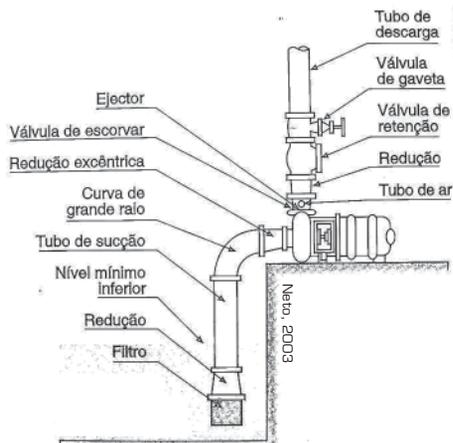
....

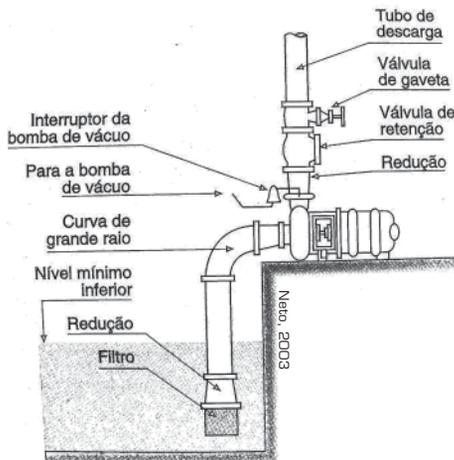
....

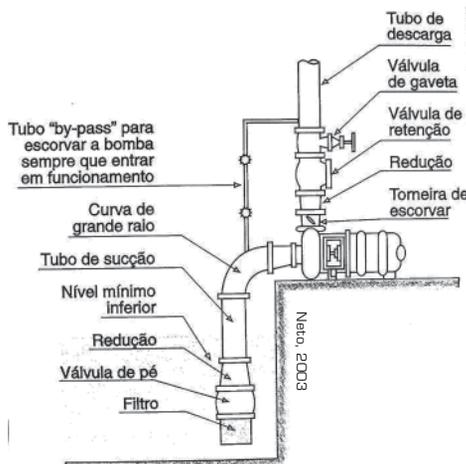
O operador deu a orientação de que se deve fazer a escorva da bomba. Você se lembra do que significa escorvar a bomba? Como você faz isso?

Escorva da bomba: uma bomba, antes de ser colocada para funcionar, dever ser escorvada. Conforme já mencionado, a escorva pode ser realizada manual ou automaticamente.

A seguir, serão apresentadas várias maneiras de se fazer a escorva da bomba.

A escorva pode ser realizada utilizando-se bomba submersa, ejetor, bomba a vácuo, válvula de pé. Dependendo do nível em que a bomba está instalada, a escorva é realizada automaticamente.

Uma bomba instalada abaixo do nível da água que será recalcada poderá ter sua escorva realizada por meio de uma torneira de escorva (expurgo), a qual permitirá a saída do ar com a sua abertura. Contudo, deve-se sempre ter uma bóia no reservatório de sucção, a fim de que o nível de água nunca fique abaixo do mínino, para que a bomba funcione com segurança. O operador deve verificar sempre se a bóia está funcionando adequadamente.

Quando a bomba está trabalhando com eixo acima do nível de água que será recalcada, a escorva poderá ser realizada, utilizando-se um ejetor, uma bomba a vácuo ou uma válvula de pé.

Ejetor ou exaustor: deve ser instalado no ponto mais alto do corpo da bomba, onde existe abertura rosqueada para isso. O ejetor desloca todo o ar contido no interior da bomba e da canalização de sucção, permitindo que a água suba até a parte superior da canalização de descarga próxima à bomba.

Bomba a vácuo: a bomba a vácuo desloca o ar contido no corpo da eletrobomba e da canalização de sucção, retirando-o.

Deve-se ficar atento ao tipo de bomba a vácuo que é utilizada, pois, caso ela não seja à prova d'água, será necessário que se tenha um dispositivo que evite a entrada de água nela.

Válvula de pé: neste caso, há uma tubulação de derivação *(by-pass)* que permitirá que a tubulação de sucção seja preenchida com água, retirando-se o ar.

Existe bomba que é auto-escorvante com recirculação na descarga. Neste caso, o líquido de escorva não retorna à sucção da bomba, sendo misturado com o ar dentro do próprio corpo da bomba.

Você sabe quando ocorre a cavitação na bomba? Qual é a conseqüência do fenômeno da cavitação?

www.lightmypump.com/images/cavitation-damage.jpg

Estrago na bomba causado pela cavitação

Cavitação: a cavitação ocorre quando bolhas se formam e implodem no sistema de bombeamento ou em volta do motor, causando estragos na bomba ou nos motores. Uma bomba coloca o líquido a ser bombeado sob pressão, e, caso a pressão do líquido caia ou sua temperatura aumente, ele começa a vaporizar-se (tornar-se vapor).

Conseqüências da cavitação:

- danos no rotor e na região da carcaça onde as bolhas implodem;
- barulho e vibração;
- fadiga e problemas nos acoplamentos e nas ancoragens;
- queda no rendimento da bomba.

Que cuidados se deve ter durante a instalação da bomba, para evitar a cavitação?

....

....

....

Vamos conferir os cuidados na instalação da bomba para se evitar a cavitação.

A linha de sucção deve ser curta e o mais reta possível, evitando excesso de conexões e, conseqüentemente, diminuindo a perda de carga. A perda de carga excessiva pode provocar o abaixamento generalizado da pressão na seção de entrada da bomba e, assim, a cavitação.

Deve-se usar redução excêntrica na entrada da bomba, o que evita a formação de bolsas de ar.

Deve-se utilizar diâmetro de sucção adequado, de forma a evitar velocidades elevadas na linha de sucção.

A entrada da água no poço de sucção deve ser adequada de forma a se evitar turbulência excessiva e, conseqüentemente, ar na tubulação de sucção.

Caso a cavitação já esteja ocorrendo, pode-se injetar ar comprimido junto aos pontos de baixa pressão, diminuindo o efeito destrutivo. Pode-se também utilizar materiais mais resistentes, mas o ideal é que não ocorra cavitação.

Manutenção de bombas

Em seu local de trabalho, você costuma fazer manutenção preventiva? Em sua opinião, qual a importância de se fazer a manutenção preventiva? Qual a conseqüência da falta de manutenção adequada para a saúde pública?

Uma manutenção adequada contribui para a conservação e vida útil do equipamento, além de evitar transtornos pela falta de água, ocasionada pela parada de bombas.

Toda inspeção deve ser realizada rotineiramente e, pelo menos uma vez por ano, deve-se fazer uma inspeção geral. Tanto a inspeção rotineira quanto a anual de um conjunto motobomba devem ser planejadas. A manutenção não deve prejudicar o abastecimento de água. Deve-se evitar, ao máximo, situações emergenciais. Quando a manutenção a ser dada for mais demorada, deve-se avisar a população previamente, orientando-a quanto à possível falta de água.

A freqüência de inspeções para a manutenção das bombas e motores dependerá do tempo em que a bomba é utilizada. Há bombas que ficam ligadas por algumas horas e outras que não param.

A manutenção preventiva contribui para aumentar a durabilidade dos equipamentos.

O operador, durante a inspeção e manutenção das bombas, deve ficar atento para:

- verificar se o conjunto motobomba está alinhado e, caso não esteja, realinhá-lo;
- limpar e lubrificar porcas e parafusos; verificar se há algum estragado e trocá-lo;
- verificar as partes lubrificadas com graxa, observando se sua consistência e quantidade estão adequadas;
- a cada ano, deve-se fazer uma vistoria completa na bomba, para limpá-la e verificar se suas peças têm alguma rachadura e trocá-las, caso seja necessário;
- quando uma bomba opera 24 horas por dia, sua lubrificação deverá ser realizada pelo menos uma vez por mês.

Respeitar as orientações do fabricante do conjunto motobomba é muito importante para sua durabilidade e seu funcionamento adequado.

- Escutar os rolamentos com **estetoscópio**;
- ajustar câmaras de gaxeta;
- verificar aquecimento de rolamentos do conjunto motobomba;
- verificar aquecimento dos cabos de alimentação elétrica dos motores;
- verificar se há vibração do conjunto motobomba;
- conferir aperto de porcas e parafusos;
- verificar a vazão nominal do conjunto motobomba.

Estetoscópio: instrumento para auxiliar a escuta de ruídos internos.

Para os sistemas de sucção, descarga e para os auxiliares, recomendam-se inspeções anuais, coincidindo com as inspeções dos conjuntos motobomba.

Bombas lubrificadas com água (bomba de poço profundo) requerem menos manutenção e oferecem menos perigo quanto ao aspecto de lubrificação, ainda que estejam em contato com a água. Contudo, não quer dizer que estejam protegidas contra oxidação ou desgaste. Um bomba não deve ficar seca em hipótese alguma.

Você vai assistir, agora, a um vídeo sobre manutenção de bombas. Fique atento. Em seguida, discutiremos o vídeo..

Que cuidados operacionais você julga importantes para garantir a qualidade da água e a sua segurança?

A seguir, serão listados cuidados operacionais e cuidados que o operador deve ter para garantir a qualidade da água que será distribuída e sua própria segurança. Esses dados foram adaptados do Manual de boas práticas.

- No escorvamento de bombas, deve-se utilizar água de qualidade compatível com aquela que será recalcada.
- Poços de sucção devem ter sua cobertura acima do nível do terreno, de forma que fiquem protegidos contra infiltração de água superficial.
- Devem-se utilizar crivos na tubulação de sucção para evitar a entrada de sólidos grosseiros na mesma.
- Poços de sucção das elevatórias de água tratada devem ser sempre cobertos, e as paredes impermeabilizadas para evitar contaminação.
- Elevatórias onde os operadores permaneçem por longo tempo devem ter instalações sanitárias adequadas, inclusive no que se refere à disposição de esgotos.
- Poços de sucção das elevatórias de água tratada devem ser lavados e desinfetados periodicamente.
- Tubulações, bombas e poços de sucção das elevatórias de água tratada devem ser lavados e desinfetados após a execução de serviços de construção ou de reparos.
- A área onde se situa a elevatória deve ser cercada, limpa e com aparência agradável.
- Devem-se usar protetores de ouvido no trabalho em elevatórias onde há barulho excessivo.
- Ao retirar uma bomba do lugar, deve-se proteger (tampar) e sinalizar o local para evitar acidentes.
- As elevatórias devem ter guarda-corpo nos locais necessários, para proteção dos operadores.

No local em que você trabalha, quais dos cuidados mencionados você costuma realizar? Em sua opinião, o que pode ser melhorado?

Nas adutoras, os cuidados operacionais mínimos a serem tomados para a garantia da qualidade da água aduzida são os seguintes:

- evitar que as adutoras de água tratada se esvaziem, visto que essa situação pode favorecer a contaminação por água poluída;
- as adutoras devem ter válvulas de descarga para permitir sua limpeza e ventosas para evitar a ocorrência de pressão negativa no interior das tubulações (situação que pode favorecer a sucção de águas de qualidade inferior);
- dar a necessária manutenção às estruturas de sustentação das tubulações, à vegetação destinada a evitar erosões nos terrenos e às valetas de desvio de enxurradas;
- ter especial atenção nas travessias, que podem se tornar locais propícios para a retirada clandestina de água, com conseqüente contaminação da água transportada pela adutora;
- evitar assentamento de ocupações humanas e de construções nas faixas de terreno sob as quais estejam implantadas as tubulações das adutoras.

Vimos os cuidados que se devem ter durante a instalação e operação de bombas, para que a água não se contamine até chegar à nossa casa. Agora, vamos ver alguns dos equipamentos que são utilizados para o acionamento das bombas; falaremos, também, sobre automação de elevatórias. Você já ouviu falar sobre isso?

OBJETIVOS:

- Discutir os conhecimentos prévios dos profissionais sobre motores e automação de estações elevatórias.

- Reformular e ampliar conceitos sobre tipos de motores e como identificar possíveis defeitos e propor soluções.

- Discutir e ampliar os conceitos de controle e automação.

Equipamentos elétricos para acionamento de bombas

Diversos fatores podem interferir na escolha dos órgãos de acionamento das bombas, podendo-se citar: custo de energia elétrica, potência necessária, disponibilidade de energia e segurança operacional. Nas próximas páginas, vamos discutir os equipamentos utilizados para acionamento de bombas e também vamos falar de automação de estações elevatórias. Para começar, leia quais são os objetivos da atividade que iniciaremos.

Vamos responder a algumas questões relacionadas aos equipamentos elétricos para acionamento de bombas.

Que tipos de motores de acionamento de bombas são encontrados no local em que você trabalha?

....

....

....

....

Você sabe o que é automação? Você acha que a automação traz alguma vantagem para o sistema? Qual?

....

....

....

....

No local em que você trabalha é comum desligar a bomba para economizar energia? Você já ouviu falar sobre tarifa hora-sazonal?

....

....

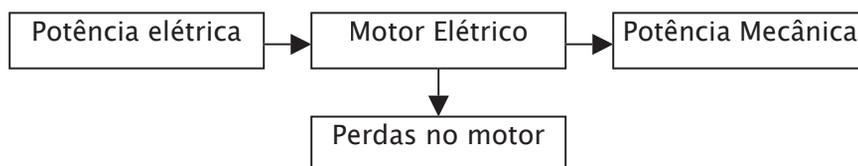
....

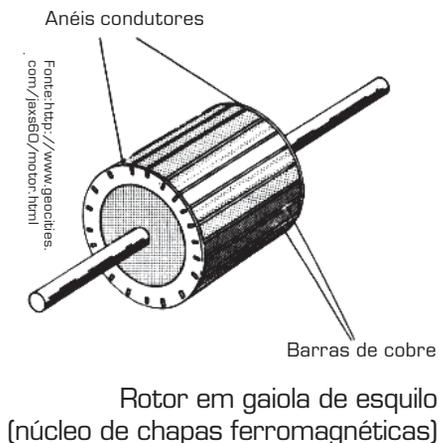
....

Vamos discutir as respostas!

Os órgãos mais utilizados para acionamento de bombas são motores elétricos e motores de combustão a gasolina ou a diesel. Nas estações de tratamento de água, o mais comum são os motores elétricos.

Motores elétricos.

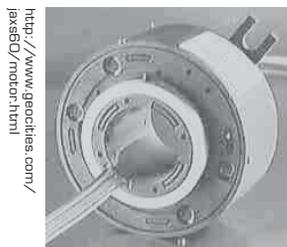
Os motores elétricos transformam a potência elétrica (fornecida pela energia elétrica) em potência mecânica (capaz de recalcar a água). Porém, quando se faz essa transformação, há uma pequena perda de energia.

Podem-se classificar os motores elétricos em: motor de indução do tipo rotor em gaiola de esquilo, motor de indução do tipo rotor bobinado e motor síncrono.

Rotor em gaiola de esquilo (núcleo de chapas ferromagnéticas)

Motor assíncrono ou de indução: é constituído basicamente por bobinas, um circuito magnético estático e um rotor constituído por um núcleo ferromagnético.

Um exemplo de motor de indução é o **motor de indução do tipo rotor em gaiola de esquilo.** O rotor em gaiola de esquilo pode ser constituído de um núcleo de chapas ferromagnéticas (conforme figura) ou um núcleo ferromagnético laminado.

http://www.geocities.com/jaxs60/motor.html

Rotor bobinado

http://www.victoryvictor.net/electricidad_archivos/image020.jpg

Rotor Síncrono

Motor de indução do tipo rotor bobinado: o rotor do motor bobinado é constituído por um núcleo ferromagnético laminado, onde se abrigam espiras, que constituem o enrolamento trifásico, normalmente em estrela.

Motor síncrono: o rotor no motor síncrono possui pólos magnéticos constantes (que podem ser produzidos por imãs colocados no mesmo). Esses motores possuem uma velocidade de rotação constante, definida pela freqüência da corrente e pelo número de pólos.

A rotação de acionamento dos motores síncronos e assíncronos pode variar.

A freqüência de oscilação dos motores síncronos varia em função da corrente ou tensão elétrica da rede e do número de pólos do motor. Nos motores assíncronos, a rotação é mais baixa: de 2% a 6% em relação ao percentual total.

Você sabia?

Motores com potência de até 5 HP podem ser ligados diretamente à linha de energia com chave simples. Já para motores mais potentes, deve-se utilizar equipamento especial de partida para limitar a demanda inicial.

Você conhece alguma vantagem ou desvantagem de um motor assíncrono ou síncrono? Tente lembrar-se delas e coloque-as nos espaços em branco.

....

....

....

Vamos conferir se não ficou faltando nenhuma!

Motores	Vantagens	Desvantagens
Motor de indução (assíncrono) do tipo rotor em gaiola de esquilo	Baixo custo, segurança, fácil operação e resistente.	Não permite variações de velocidade; pequeno fator de potência, exigindo grande demanda inicial; baixo torque.
Motor de indução (assíncrono) do tipo rotor bobinado	Bom torque, permite variações de velocidade, não requer corrente excessiva de partida.	Pequeno fator de potência, diminuição do rendimento para velocidades baixas.
Motor síncrono (recomendado para grandes instalações)	Alto fator de potência, maior rendimento.	Exige maior cuidado na operação, não permite variações de velocidade, não suporta quedas de tensão, custos elevados em relação aos motores assíncronos.

Falhas no motor da bomba

Existem diversas falhas que podem ocorrer em um motor de uma bomba. O Profissional deve ficar atento aos sintomas do motor, como barulhos, vibração, aquecimento e outros, pois, por meio desses sintomas, podem-se descobrir as possíveis causas dos problemas e propor soluções. Quanto mais atento for o operador, mais ele vai contribuir para vida útil do equipamento, além de evitar a parada da bomba e, conseqüentemente, falta de água, ocasionando transtornos à população.

Vamos completar o próximo quadro com as possíveis causas e solução para os sintomas no motor.

Sintoma no motor	Possíveis causas	Solução proposta
O motor não dá partida.		
O motor está vibrando.		
Aquecimento do motor (Sugestão: O motor está muito aquecido.)		
O motor não atinge a velocidade.		
O motor está barulhento.		

Controle e automação de estações elevatórias

Cada vez mais, os sistemas de abastecimento de água estão sendo automatizados. A modernização do controle dos sistemas elevatórios vem sendo realizada por meio da implantação dos sistemas de **telemetria** e **telecomando**.

Telemetria: é uma técnica de obtenção, processamento e transmissão de dados a longa distância.

Telecomando: é a emissão de sinais por linha de comunicação, para executar comandos a distância, como por controle remoto. As instalação de receptores e transmissores de dados têm o objetivo de informar os dados, proporcionando ao operador condição de acompanhar, por exemplo, a variação do nível de água em um reservatório distante, possibilitando-o acionar bombas, também a distância, caso seja necessário.

Painel de telemetria

As informações podem ser transmitidas através de sinais de rádio e centralizadas em um centro de controle operacional, o que permite ao operador acompanhar, em tempo real, o que ocorre ao longo de todo o sistema.

Os registros de dados, como o nível dos reservatórios, a vazão e a pressão da rede, a tensão e a corrente, a partida dos motores ou alarmes, podem ser transmitidos em tempo real.

A automatização das elevatórias contribui para a redução das perdas de água, melhoria do abastecimento, redução do consumo de energia e padronização dos procedimentos operacionais, além de proporcionar maior confiabilidade dos dados operacionais.

Durante o trabalho de operação e manutenção de elevatórias, você deve ficar atento a todas as alterações que ocorrerem. É muito importante anotar tudo em um caderno de registro e comunicar os problemas ao chefe imediato para que sejam tomadas as providências cabíveis. Anote a data e a hora da manutenção, quais peças foram trocadas e lubrificadas, se não há vazamentos, tudo o que você julgue importante para transportar a água adequadamente. Seu trabalho é muito importante; organize-se para realizá-lo da melhor maneira possível e não deixe de pedir ajuda quando precisar. Troque experiência com seus colegas, peça para realizar cursos, estude, procure professores de escolas e universidades e recorra aos órgãos que são seus parceiros nesse trabalho tão bonito e importante de conduzir a água para a população, preservando sua qualidade.

Vamos jogar o jogo “Teste seus conhecimentos sobre instalações elevatórias”?

Estamos quase terminando a oficina. Como última atividade, vamos nos reunir novamente em grupo e rediscutir a questão que foi apresentada no primeiro dia. Será que as respostas de hoje serão diferentes?

Considere que a estação elevatória de água tratada (EEAT) de uma determinada cidade tinha três bombas, sendo uma de reserva. Essa elevatória bombeava água para um reservatório apoiado em um ponto elevado da cidade, que distribuía a água para a população por gravidade. No último mês, uma bomba parou de funcionar e foi substituída rapidamente pela bomba reserva. O operador, após a troca da bomba, colocou–a em um canto e não providenciou o seu conserto. No meio deste mês, após 35 dias da troca de bomba, outra bomba estragou. Foi observado, dois dias após esse problema, um aumento de internações hospitalares na cidade, com muitos casos de diarréia. Discuta esse relato com seu grupo e responda às seguintes perguntas:

a) Você acha que o surto de diarréia pode estar relacionado com o problema da elevatória? Por quê?

....

....

....

....

....

....

....

....

b) Comente como o trabalho realizado por você, que é operador de EEAT, pode contribuir para diminuir o número de internações hospitalares.

....

....

....

....

....

....

....

....

c) O que você faria se fosse operador da estação elevatória citada nesse exemplo?

....

....

....

....

....

....

....

....

Agora, vamos fazer um círculo, para discutir e avaliar o treinamento. Faça suas críticas e sugestões.

Dinâmica do balão

Vamos terminar a atividade de capacitação com uma dinâmica.

Você deve encher e amarrar a ponta do balão que receber.

Agora, em círculo, com os outros participantes, você deve manter o balão no ar.

Sem avisar ao grupo, o instrutor vai retirar, uma de cada vez, as pessoas da roda.

A regra é: nenhum balão deve cair no chão, mesmo que o seu dono tenha saído da roda!

Refletindo sobre a dinâmica

O que acontece quando uma tarefa deixa de ter quem a execute?

Por que é importante a cooperação?

Qual a importância de cada um fazer sua parte?

Qual a importância do trabalho que você realiza na sua equipe de trabalho?

Qual a importância do trabalho que você realiza para a população que vive na sua região?

Para você saber mais!

Azevedo Netto. *Manual de Hidráulica*.São Paulo: Edgard Blücher, 1998, 669 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. *Comentários sobre a Portaria MS 518/2004: subsídios para implementação*. Brasília, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. *Boas práticas no abastecimento de água: procedimentos para minimização de riscos à saúde.* Brasília, 2005.

Carvalho, Djalma Francisco. *Instalações Elevatórias Bombas.* Belo Horizonte: Instituto Politécnico da Universidade Católica de Minas Gerais, 1977. 355 p.

Léo Heller e Valter Lúcio de Pádua (Organizadores). *Abastecimento de Água para Consumo Humano.* Belo Horizonte: UFMG, 2006. 859 p.

ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD. Oficina Sanitária Panamerican de la Salud. Oficina Regional de la Organizacion Mundial de la Salud. Bombas para agua potable.1966. 269 p.

http://www.flickr.com/photos/wateradvocates/1439899638/sizes/l/in/set-72157602159850075/